



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

FERNANDO SANTOS HERNANDES

ANÁLISE DA IMPORTÂNCIA DO PLANEJAMENTO DE OBRAS
PARA CONTRATANTES E EMPRESAS CONSTRUTORAS

Florianópolis
2002



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

FERNANDO SANTOS HERNANDES

ANÁLISE DA IMPORTÂNCIA DO PLANEJAMENTO DE OBRAS
PARA CONTRATANTES E EMPRESAS CONSTRUTORAS

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.

Área de Concentração: Construção Civil.

Orientador: Antônio Edésio Jungles, Dr.


Florianópolis

2002


FERNANDO SANTOS HERNANDES

ANÁLISE DA IMPORTÂNCIA DO PLANEJAMENTO DE OBRAS PARA CONTRATANTES E EMPRESAS CONSTRUTORAS

Esta dissertação foi julgada adequada para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil e aprovada em 31/10/2002 em sua forma final, pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina.



Prof. Dr. Antônio Edésio Jüngles - Orientador



Prof. Dr. Jucilei Cordini - Coordenador do CPGEC

Comissão Examinadora:



Prof. Dr(a). Marcela Paula Maria Zanin Meneguetti - UEM



Prof. Dr. Norberto Hochheim - ECV / UFSC



Prof. Roberto de Oliveira, Ph.D.- ECV / UFSC

HERNANDES, Fernando Santos

Análise da importância de planejamento de obras para contratantes e empresas construtoras, UFSC, Florianópolis 2002.

146p

Dissertação: Mestrado em Engenharia Civil (Construção Civil)

Orientador: Prof. Antônio Edésio Jungles, Dr.

1. Planejamento 2. Fluxo de Caixa 3. Contratação de obra 4. Construção Enxuta

I. Universidade Federal de Santa Catarina

II. Título

**À minha Família,
pelo amor, dedicação e incentivo em todos os momentos da minha vida.**

AGRADECIMENTOS

A Deus, meu grande amigo, protetor e companheiro inseparável, que me deu forças para contornar todos os obstáculos e poder viver este momento.

Ao meu Pai, José Manoel, e minha Mãe, Maria Helena pela confiança, incentivo e apoio depositados em mim durante toda minha vida de estudante; e pelo amor, carinho e compreensão da minha ausência.

Ao meu irmão Eduardo que soube entender a minha ausência, me proporcionando apoio, compreensão e companheirismo.

À minha irmã Lyssia, que enquanto esteve presente ao meu lado me proporcionou apoio, compreensão e carinho.

Ao Prof. Antonio Edésio Jungles pelo tempo dedicado na orientação deste trabalho, pela oportunidade e pela confiança em mim depositada.

Ao Prof. Norberto Hochheim, pelo apoio durante o desenvolvimento deste trabalho.

À Prof(a). Marcela Paula Maria Zanin Meneguetti, pelo incentivo, mesmo antes do início do Mestrado, e amizade.

Ao Prof. Cláudio Emannuel Pietrobon pelo incentivo e amizade.

Aos amigos Edinaldo Favareto Gonzalez, Patrícia Cecília Knowsiesen, Rafael Shadeck, Carolina Menegazzo e Victor E. R. Pietrobon pelo apoio, incentivo, amizade e companheirismo.

A Empresa Construtora e seus funcionários pela atenção e apoio.

Ao engenheiro Nobuo Uemura pelo apoio e amizade.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de Mestrado.

E a todos aqueles que, de maneira direta ou indireta, contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

A necessidade de se reduzir prazos, custos e aumentar o controle da obra faz com que as empresas de construção invistam cada vez mais tempo e dinheiro na implantação de Sistemas de Gestão de obras, buscando atingir um planejamento físico-financeiro adequado, melhorando a transparência nos processos de trabalho. Neste trabalho, através de um estudo de caso, foi analisada a importância de planejamento em uma obra, buscando atingir as metas estratégicas da empresa como a redução do prazo e custo para execução do empreendimento. Foi realizado um cronograma físico-financeiro real da execução de um viaduto gerenciado com base na experiência de obras anteriores, juntamente com o desenvolvimento de um planejamento racionalizado com seu respectivo fluxo de caixa que atinge o prazo de entrega preestabelecido segundo contrato, possibilitando um aumento de lucro e maior visibilidade dos processos. Fazendo uma análise baseada na Construção Enxuta, se obtém resultados importantes para a aplicação de melhorias nas atividades dos canteiros de obra, a partir dos aspectos observados. Foi demonstrada aos contratantes e empresas construtoras a necessidade de se realizar um planejamento formal antes da execução de suas obras, para com isso, obter grandes benefícios sem maiores investimentos.

Palavras-chaves: 1. Planejamento 2. Fluxo de Caixa 3. Contratação de obra 4. Construção Enxuta

ABSTRACT

The need of time, and cost reduction, as well as increased site control has led construction industry to gradually invest more resources on implantation of work administration systems to reach a better financial planning, at process transparency betterment. In this study verifying the importance of the planning to accomplish company intention for time, and cost reduction for construction. A real physical-financial planning of a road over pass that was managed with base in previous experience was developed, together a rational planning with respective cash flow was developed to ensure the time of the contract, with profit increase and process transparency betterment. On Lean Construction-based analyses, important results arise to apply on site activities betterment. The need to accomplish a formal planning before construction was demonstrated to the contracting parties and buildings companies, to get great benefits without larger investments.

Key Words: 1. Planning, 2. Cash Flow, 3. Work recruiting, 4. Lean Construction

SUMÁRIO

RESUMO.....	7
ABSTRACT	8
SUMÁRIO.....	9
LISTA DE FIGURAS	14
LISTA DE TABELAS.....	17
1. INTRODUÇÃO	18
1.1 MOTIVAÇÃO PARA A PESQUISA	18
1.2 JUSTIFICATIVA DA PESQUISA	19
1.3 OBJETIVOS.....	22
1.3.1 Objetivo geral	22
1.3.2 Objetivos específicos.....	22
1.4 HIPÓTESES	22
1.4.1 Hipótese geral.....	22
1.4.2 Hipóteses subjacentes.....	23
1.4.3 Hipóteses de trabalho	23
1.4 LIMITAÇÕES DO TEMA.....	23
1.5 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	24

2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	25
2.1	PROGRAMAÇÃO DE OBRAS	25
2.2	PRODUTIVIDADE E REPETIÇÃO	31
2.3	TÉCNICA DA LINHA DE BALANÇO	35
2.3.1	Histórico e conceitos	35
2.3.2	Vantagens e desvantagens	37
2.4	O MÉTODO DO CAMINHO CRÍTICO – CPM E O PERT	38
2.4.1	Histórico e conceitos	38
2.4.2	Vantagens e desvantagens	39
2.5	INTEGRAÇÃO ENTRE O CPM E A LINHA DE BALANÇO.....	39
2.6	PROGRAMAÇÃO DE OBRAS EM COMPUTADOR	40
2.7	A FILOSOFIA DE PRODUÇÃO DA <i>CONSTRUÇÃO ENXUTA</i>	41
2.7.1	O processo de planejamento na Filosofia de Produção da <i>Construção Enxuta</i>	43
2.7.1.1	O planejamento de curto prazo – Operacional (do comprometimento) – Produção Protegida	44
2.7.1.2	O planejamento de médio prazo - Tático.....	46
2.7.1.3	O planejamento de longo prazo - Estratégico.....	48
2.8	PLANEJAMENTO FINANCEIRO	49
2.9	SISTEMA DE CONTROLE JUST-IN-TIME E KANBAN	50
2.10	CARTÃO DE PRODUÇÃO	53
2.11	OS CONTRATOS DE CONSTRUÇÃO.....	56
2.11.1	O processo de contratação de obras públicas	57

3	METODOLOGIA.....	59
3.1	INVESTIGAÇÃO PRELIMINAR.....	60
3.1.1	Definição do nível de detalhamento	61
3.1.2	Definição das durações e precedências	62
3.2	PLANEJAMENTO TÁTICO	64
3.3	PLANEJAMENTO FINANCEIRO	65
4	O ESTUDO DE CASO: VIADUTO CENTENÁRIO.....	66
4.1	CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA	66
4.2	CARACTERIZAÇÃO DA OBRA.....	66
4.2.1	Caracterização Global da Obra.....	66
4.2.2	Caracterização do Contrato	71
4.2.3	Apresentação do canteiro de obra.....	71
4.3	DESCRIÇÃO DO SISTEMA CONSTRUTIVO DO VIADUTO	74
4.3.1	Placas de Contenção	74
4.3.1.1	Preparação das Formas	75
4.3.1.2	Armaduras	75
4.3.1.3	Concretagem.....	76
4.3.1.4	Desforma	77
4.3.1.5	Montagem.....	77
4.3.2	Longarinas	80
4.3.2.1	Armadura	81

4.3.2.2	Preparação das Formas	82
4.3.2.3	Concretagem.....	83
4.3.2.4	Desforma	85
4.3.3	Guarda-Roda.....	86
4.3.3.1	Preparação das Formas	87
4.3.3.2	Armaduras	88
4.3.3.3	Concretagem.....	88
4.3.3.4	Desforma	89
4.3.4	Transversina	91
4.3.5	Pré-Laje	92
4.4	VIADUTO CENTENÁRIO APÓS A CONCLUSÃO DA OBRA.....	94
4.5	AVALIAÇÃO DAS ATIVIDADES DO CANTEIRO	96
5	ELABORAÇÃO DO PLANEJAMENTO.....	98
5.1	ESTUDO PRELIMINAR.....	98
5.1.1	Levantamento dos dados iniciais.....	98
5.1.2	Elaboração da lista de atividades.....	101
5.1.3	Durações das atividades e suas precedências	102
5.2	CONSIDERAÇÕES INICIAIS DE UTILIZAÇÃO DO <i>SOFTWARE</i>	104
5.2.1	Entrada de Dados.....	105
5.3	O PLANEJAMENTO TÁTICO	107
5.3.1	O Planejamento Real	107

5.3.2	Planejamento Tático Racionalizado	113
5.3.2.1	1ª Simulação	113
5.3.2.2	2ª Simulação	115
5.3.2.3	3ª Simulação	116
5.3.2.4	4ª Simulação	118
5.4	O PLANEJAMENTO FINANCEIRO	120
5.4.1	O Fluxo de Caixa Real	120
5.4.2	O Fluxo de Caixa Racionalizado	127
6	CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	134
6.1	CONCLUSÕES	134
6.2	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	136
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	137
	BIBLIOGRAFIA IDENTIFICADA	144
	ANEXOS	146

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 2.1: Fases do ciclo de planejamento (LAUFER e TUCKER, 1987)	27
FIGURA 2.2: Modelo de processo da Filosofia de Produção (KOSKELA, 1992).....	42
FIGURA 2.3: Exemplo de Cartão de Produção	54
FIGURA 2.4: Esquema do quadro de programação (OLIVEIRA, 2000).	55
FIGURA 3.1 - Organização da lista de atividades	63
FIGURA 4.1 – Localização do Viaduto Centenário na cidade de Maringá	68
FIGURA 4.2 – Planta de Situação do Viaduto Centenário	69
FIGURA 4.3 – Planta Baixa: Tabuleiro	70
FIGURA 4.4 – Seção Transversal: Tabuleiro.....	70
FIGURA 4.5 – Lay-out do canteiro – (cotas em metro).....	73
FIGURA 4.6 – Entrega das Armaduras.....	74
FIGURA 4.7 – Etapas de produção – placas de contenção	74
FIGURA 4.8 – Detalhe placas de contenção	75
FIGURA 4.9 – Preparação das Armaduras das Placas	76
FIGURA 4.10 – Desforma das placas de Contenção.	77
FIGURA 4.11 – Montagem da Placa de Contenção.....	78
FIGURA 4.12 – Fitas de Contenção.....	78
FIGURA 4.13 – Etapas para montagem das placas.....	79

FIGURA 4.14 – Caracterização da Longarina.	80
FIGURA 4.15 – Etapas de Produção – Longarinas.....	81
FIGURA 4.17 – Armadura das Longarinas.....	81
FIGURA 4.16 – Forma pronta para a concretagem.....	82
FIGURA 4.18 – Espaço físico mal planejado para a concretagem	83
FIGURA 4.19 – Falta de planejamento para a entrada do caminhão	84
FIGURA 4.20 – Longarina durante a cura do concreto	84
FIGURA 4.21 – Longarina após a desforma.....	85
FIGURA 4.22 – Seção transversal da forma do guarda-roda (cotas em mm).....	86
FIGURA 4.23 – Etapas de produção - Guarda-roda.....	87
FIGURA 4.24 – Concretagem do Guarda-Roda	87
FIGURA 4.25 – Concretagem simultânea das Placas, Guarda-Rodas e Pré-Lajes	90
FIGURA 4.26 – Etapas de produção – Transversina	91
FIGURA 4.27 – Vista da transversina depois da desforma.....	91
FIGURA 4.28 – Etapas de Produção – Pré-Laje	93
FIGURA 4.29 – Vista do Viaduto Centenário	94
FIGURA 4.30 – Vista Vão Central – Passagem Linha Férrea	94
FIGURA 4.31 – Vista Vão Central – Tabuleiro	95
FIGURA 4.32 – Vista Placas de Contenção.....	95
FIGURA 5.1 – Sequência lógica das atividades do viaduto.....	103
FIGURA 5.2 - Entrada de dados e a realização do Diagrama de barras no software.....	106

FIGURA 5.3 – Situação dos Terrenos antes da construção	109
FIGURA 5.4 – Situação do viaduto a espera do projeto de sinalização.....	110
FIGURA 5.5 – Convenção de cores para os serviços de cada lado do viaduto.....	112
FIGURA 5.6 – Execução dos serviços e data de entrega da obra na primeira simulação.....	114
FIGURA 5.7 – Continuidade na execução dos Tubulões.....	116
FIGURA 5.8 – Alteração das precedências de algumas atividades.....	117
FIGURA 5.10 – Prazo de entrega cumprido na última simulação	118
FIGURA 5.11 - Despesas com mão de obra (real).....	121
FIGURA 5.12 - Despesas com materiais e equipamentos (real).....	122
FIGURA 5.13 – Custo fixo devido ao atraso da obra.....	122
FIGURA 5.14 – Custo real – Viaduto Centenário.....	123
FIGURA 5.15 – Desembolsos e Recebimentos mensais reais	124
FIGURA 5.16 – Desembolsos e Recebimentos acumulados reais	125
FIGURA 5.17 – Fluxo de Caixa Real.....	126
FIGURA 5.18 - Despesas com mão de obra – Racionalizado.....	128
FIGURA 5.19 - Despesas com materiais e equipamentos – Racionalizado.....	128
FIGURA 5.20 - Custo Racionalizado.....	129
FIGURA 5.21 – Desembolsos e Recebimentos mensais racionalizados.....	129
FIGURA 5.22 – Desembolsos e Recebimentos acumulados racionalizados	130
FIGURA 5.23 - Fluxo de Caixa Racionalizado.....	131
FIGURA 5.24 – Sobreposição Fluxos de caixa.....	132

LISTA DE TABELAS

TABELA 4.1 – Produtividade placa de contenção	80
TABELA 4.2 – Produtividade Longarina	86
TABELA 4.3 – Produtividade Guarda-Roda.....	89
TABELA 4.4 – Produtividade Transversina.....	92
TABELA 4.5 – Produtividade Pré-Laje.....	93
TABELA 5.1 – Dados do Orçamento.....	100
TABELA 5.2 – Alterações no planejamento a cada simulação.....	115
TABELA 5.3 – Alterações no planejamento a cada simulação.....	119

1. INTRODUÇÃO

1.1 MOTIVAÇÃO PARA A PESQUISA

A indústria da construção civil, na última década, tem sido marcado por uma busca do desenvolvimento tecnológico. Muitas empresas para tornarem-se mais competitivas e permanecerem no mercado têm buscado a implantação de novas tecnologias construtivas e pela modernização organizacional e gerencial. Nesse processo é natural que ocorram resistências às mudanças desde os operários da obra até a alta gerência. Dentro dessa perspectiva torna-se necessário desenvolver metodologias de fácil implantação e com resultados práticos, atendendo às necessidades das empresas.

Uma das iniciativas, tanto das empresas construtoras como das instituições de pesquisa, tem sido a modernização empresarial, entendida como a adoção de técnicas de organização e métodos, gerenciamento, planejamento financeiro e operacional, marketing, gestão de recursos humanos, entre outros. Tais ações podem contribuir em muito a melhoria do desempenho no setor da construção (SOUZA, 1991).

Na última década, diversos autores têm apontado que a falta de planejamento pode ser considerada como uma das principais causas para a ocorrência de perdas na construção, sendo, então, importante o desenvolvimento de trabalhos que melhorem o desempenho deste processo. Entretanto, estes trabalhos, não têm orientado como as empresas de construção podem desenvolver seus sistemas de planejamento (BERNARDES et. al., 2002).

A presente pesquisa está inserida nesse contexto, estando voltada para a modernização do planejamento financeiro, tático e operacional de pequenas empresas construtoras, que com os quadros reduzidos de funcionários e sem apresentarem a possibilidade de realizar grandes investimentos atuam em empreendimentos de média e curta duração. Como parte desse planejamento tem-se o enfoque na programação da obra como instrumento para o processo de racionalização utilizando técnicas formais para melhoria dos processos. COELHO (1998) acrescenta que a pesquisa que auxilie o trabalho de gerentes de

projeto para a obtenção de dados de programação e controle de obras de maneira rápida e precisa é sempre bem aceita no mercado da construção civil.

1.2 JUSTIFICATIVA DA PESQUISA

Atualmente, muitas empresas da construção civil executam obras com prazo de entrega preestabelecido baseado nas experiências anteriores, sem a menor preocupação com um planejamento mais detalhado, sem a garantia de cumprimento do prazo preestabelecido e do orçamento. Durante o desenvolvimento da obra, quando as empresas percebem que não terminarão a obra no prazo, são levadas a aumentar o número de trabalhadores na obra, e como o preço global da obra é fixo, diminuem seu lucro.

A principal justificativa da realização desta pesquisa é mostrar aos contratantes a importância da exigência de uma programação financeira, tática e operacional às empresas contratadas que irão executar suas obras, procurando atender a necessidade que as empresas construtoras possuem de realizar o planejamento e controle de obras com prazo de entrega preestabelecido. Dando resposta aos gerentes de projeto de maneira rápida, precisa e de fácil entendimento, possibilitando uma maior visibilidade para o controle das ações no dimensionamento dos recursos humanos e nos canteiros de obra, com possível ganho financeiro através de alternativas táticas de planejamento.

O planejamento e o gerenciamento dos empreendimentos tem um papel fundamental na tentativa de redução dos custos, e conseqüente aumento nos lucros das atividades desenvolvidas pelas empresas da construção civil. Dentro deste contexto, a necessidade de reformulação do modelo de gestão do planejamento e do controle dos recursos sem comprometer a melhoria contínua na qualidade dos produtos oferecidos tem sido o grande desafio deste setor (SANTOS et. al., 2002).

Nos tempos atuais o mercado consumidor exige continuamente produtos e serviços de melhor qualidade e menor custo, o que ocasiona uma verdadeira maratona entre as empresas de construção civil, para conquistarem seus clientes (DAVIS et. al., 2001).

Tendo em vista o atual cenário industrial voltado à mudança de posturas, práticas gerenciais e tecnológicas que busquem a modernização das relações de produção, a Indústria da Construção Civil tem avançado lentamente, mas de forma crescente, buscando se adaptar

às condições atuais de estabilidade financeira, exigência de usuários, prazos de entrega e competição (MOURA, 1998).

Um setor industrial de grande importância sócio-econômica é sem dúvida a construção civil. Segundo estudos publicados 4º Seminário da Indústria Brasileira da Construção, o setor da construção civil participa diretamente com 15,6 % do PIB nacional e gera cerca de 14 milhões de empregos diretos e indiretos (CONSTRUBUSINESS, 2001). No entanto, trata-se de um setor com diversas particularidades e defasagem de alguns anos em relação aos setores industriais mais dinâmicos no que diz respeito ao gerenciamento do processo produtivo (PICCHI, 1993).

Muitas obras de construção civil ainda são executadas com base na experiência, a maioria dos profissionais do campo da construção não se preocupa com o controle de execução do projeto, ou como máximo, usam sistemas informais para controlar a chegada e saída de materiais na obra. Quanto ao controle de execução, são raros os casos de controle formalizado. Ocorre, normalmente um controle informal, realizado pelos mestres de obra e encarregados, extremamente variável de um profissional para outro. (SCARDOELLI *et al.*, 1994).

A programação de obras contribui para melhorar o entendimento e a visualização prévia do processo de trabalho no canteiro possibilitando o controle das ações nos canteiros de obra.

Segundo o mesmo autor, o planejamento e o controle são funções gerenciais básicas em qualquer ramo de atividade industrial. Na construção civil, a realização de qualquer empreendimento envolve uma combinação de recursos (materiais, mão de obra, equipamentos e capital) que podem estar sujeitos a limites e restrições. A alocação de recursos no devido tempo e o fornecimento de dados e fatos para o controle somente é possível através de um eficiente sistema de planejamento e programação

A realização de uma programação *enxuta*, visando a redução do volume de atividades que não agregam valor ao produto final, permite uma melhor visão global da obra tanto para o contratante que poderá fiscalizar com maior segurança o cumprimento de cada etapa da obra, quanto para a empresa construtora, que terá melhor controle de seus processos.

A programação da disponibilização de recursos é tida como o maior potencial individual de melhoria da qualidade das empresas em geral e de construção civil em particular, pela sua influência no prazo e na produtividade da obra (HARMON *apud* PALACIOS, 1994).

Segundo CARVALHO *et al.* (1998), a ineficiência do processo de programação de recursos tem sido identificada como responsável por muitos dos problemas relacionados à dilatação do prazo de execução do empreendimento, ao desperdício de recursos e à baixa produtividade da mão de obra.

Contudo e apesar dos recursos computacionais existentes atualmente, a maioria dos gerentes que utilizam programas informatizados de gerenciamento de projetos continua pensando e trabalhando sem o auxílio informático. Uma minoria deles usa seus programas computacionais de gerenciamento como uma ferramenta de planejamento poderosa. Na maior parte dos casos, o real planejamento e análise são obtidos manualmente pelo gerente de projeto e os resultados são somente parcialmente documentados como dados para entrada no programa computacional de gerenciamento. No grupo de gerentes que tem computador, 25% planejam manualmente sem o uso do programa computacional de nenhuma maneira (SCHMITT, 1998).

MENDES Jr. e LÓPEZ VACA (1998) acrescentam que o processo de programação é lento inicialmente e, com muita frequência, exige ajustes posteriores até se chegar a um plano que atenda aos objetivos da forma desejada.

A programação de obras através de modelos mais sofisticados e eficientes, vem deixando de ser uma proposta acadêmica, para transformar-se em necessidade para as empresas, como forma de contribuir para melhorar a qualidade de seus produtos e sua competitividade frente ao mercado onde atua (ASSUMPÇÃO e FUGAZZA, 1998). COELHO (1998) lembra ainda que as empresas têm necessidade de trabalhar com uma técnica de programação que forneça respostas aos gerentes de forma rápida, precisa e de fácil entendimento e visualização.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo geral

Mostrar aos contratantes de obras e empresas construtoras através de um estudo de caso a necessidade da realização de um planejamento formal, tanto do ambiente produtivo quanto do processo produtivo, antes da execução de um empreendimento.

1.3.2 Objetivos específicos

- ✓ identificação e avaliação do desenvolvimento físico real do empreendimento;
- ✓ identificação e avaliação dos fluxos de desembolso ocorrido com material e mão de obra;
- ✓ avaliação de alternativas para o planejamento tático da obra;
- ✓ observação do comportamento no desenvolvimento tático de ataque a obra;
- ✓ realização de um planejamento físico-financeiro racionalizado, analisando as possibilidades de aumento de lucro;
- ✓ explicitar os efeitos da Construção Enxuta na realização da programação;
- ✓ definição de uma programação, possibilitando uma maior visão do fluxo de trabalho ao longo da obra;
- ✓ mostrar aos contratantes de obras e empresas construtoras a importância de cada fase do planejamento e seu resultado final.

1.4 HIPÓTESES

1.4.1 Hipótese geral

É possível demonstrar aos contratantes de obras a implementação de um processo de planejamento para as empresas construtoras, utilizando métodos como Diagrama de barras,

linha de balanço e programação enxuta que vá atingir seus objetivos estratégicos, sem a realização de grandes investimentos.

1.4.2 Hipóteses subjacentes

- ✓ através de uma programação detalhada de obra, feita pela empresa contratada, o contratante e a empresa terão mais controle e segurança no desenvolvimento da obra;
- ✓ através da programação de obra e alocação adequada de recursos é possível reduzir os custos, prazos e aumentar a segurança dos processos de uma obra;
- ✓ a visualização do fluxo de trabalho auxilia uma pequena empresa a obter um maior controle sobre a obra permitindo melhoria nos processos.

1.4.3 Hipóteses de trabalho

- ✓ o emprego de um programa formal de gerenciamento é adequado às particularidades de uma empresa de pequeno porte;
- ✓ o emprego de técnicas formais de planejamento pode apresentar ganhos financeiros e de tempo significativos em relação a execução de uma obra gerenciada somente com base na experiência de obras anteriores.

1.4 LIMITAÇÕES DO TEMA

As principais limitações deste trabalho foram:

- ✓ a pesquisa foi voltada ao planejamento de uma obra localizada na cidade de Maringá, fato que dificultou em algumas vezes reuniões com o engenheiro da empresa;
- ✓ não foram incluídas análises de algumas atividades periféricas tais como: pavimentação, sistemas de drenagem, posteamento e sinalização vertical e horizontal;

- ✓ os dados deste estudo referem-se a uma empresa, por isso a pesquisa está limitada à realidade da mesma. Entretanto, a metodologia utilizada poderá ser aplicada em outras empresas, ressaltando os aspectos gerenciais e a cultura organizacional da mesma.

1.5 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Esta dissertação encontra-se organizada da seguinte forma:

O **presente capítulo** introduz o tema abordado, justifica a realização do trabalho e apresenta seus objetivos, hipóteses e delimitações;

No **capítulo 2** é feito o embasamento teórico sobre planejamento, programação, contratação de obras, discutindo técnicas de programação e a aplicação dos conceitos de *Construção Enxuta*, mostrando as vantagens de cada fase na realização do planejamento;

O **capítulo 3** descreve a metodologia utilizada no trabalho para o levantamento de dados, elaboração do planejamento físico financeiro real e racionalizado no cenário de uma pequena empresa para o estudo de caso;

No **capítulo 4** é feita a descrição do estudo de caso realizado em uma empresa construtora incorporadora e empreiteira de pequeno porte em Maringá -PR;

No **capítulo 5** é realizada uma descrição da elaboração do planejamento real e racionalizado, juntamente com a elaboração de seus fluxos de caixa para o estudo de caso;

No **capítulo 6** realiza-se uma análise dos resultados do estudo de caso;

O **capítulo 7** é dedicado às conclusões do trabalho e sugestões para futuras pesquisas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 PROGRAMAÇÃO DE OBRAS

O planejamento tem como principal objetivo “capacitar a empresa a promover e conviver com mudanças ambientais a nível acelerado” (AVILA e JUNGLES, 2000).

Sua função, segundo o mesmo autor, é “analisar o meio ambiente, traçar novas diretrizes, analisar a evolução de produtos e mercados, estabelecer procedimentos e metas e instrumentos de controle, com expressão direta no resultado dos exercícios, atual e futuros, necessários a manter viva a empresa”.

AVILA e JUNGLES (2000) definem que “Planejamento é um processo que se utiliza de técnicas científicas, visando aumentar a eficiência, a racionalidade e a segurança através de previsões, programação, execução, coordenação e controle dos resultados, para atingir o que é desejado.

A construção civil possui um dos processos produtivos de maior dispersão em torno do valor esperado do prazo de conclusão ou do custo total de uma obra. O planejamento e controle da produção são de extrema importância para o gerenciamento da construção e são consideradas funções gerenciais básicas (LAUFER e TUCKER, 1987).

Para execução de qualquer projeto é necessário que exista um planejamento, para definir o método de execução do projeto; uma programação, que definirá o cronograma da execução; e um controle, que permitirá o acompanhamento e verificação do andamento do projeto (LOSSO e ARAÚJO, 1995). A realização de um empreendimento exige a combinação dos fatores tempo, custo e recursos. O estabelecimento da alocação eficiente de recursos no tempo e a possibilidade de controle somente serão possíveis através de um bom sistema de planejamento e programação.

Através da análise do projeto e do estudo da melhor estratégia de ataque à obra, ficam estabelecidos no planejamento os intervalos de tempo em que os diversos serviços podem ocorrer. Existe flexibilidade para analisar as durações das atividades, o tamanho das equipes, a alocação de recursos e mobilização da mão-de-obra, podendo-se prever as despesas

que ocorrerão ao longo da obra, servindo de apoio à tomada de decisão (ENSSLIN e ALBERTON, 1994).

LAUFER e TUCKER (1987) identificam, no planejamento, três níveis gerenciais: estratégico (diretoria), tático (engenheiros de produção) e operacional (mestres de obra e subempreiteiros).

O planejamento estratégico está relacionado à alta gerência, sendo bastante agregado e servindo de diretriz para os demais níveis. No nível tático são tomadas decisões no sentido de equacionar os meios e procedimentos que serão utilizados para executar a obra. O planejamento operacional está ligado à rotina do canteiro, ou seja, a questões relativas à produção física do empreendimento (ASSUMPÇÃO, 1996).

Por sua vez, na programação e realiza-se a ordenação estruturada do problema, são fixadas as datas para realização das atividades, onde se estabelece o cronograma da obra.

MENDES Jr. e LÓPEZ VACA (1998) citam como princípio básico que usualmente governa a programação de atividades a necessidade da construção de um empreendimento encerrar no menor prazo possível e com os recursos disponíveis. Além disso, deve-se buscar uma constância na composição das equipes ao longo da obra e a continuidade da tarefa de cada equipe deve ser assegurada.

Existem vários métodos de programação para a construção civil, dentre os quais pode-se citar desde o simples Diagrama de Barras ou Gráfico de Gantt até as Redes PERT / CPM e a Técnica da Linha de Balanço. OLIVEIRA(2000) e HEINECK e MAZIERO (1990) observaram que sua utilização é necessária para evitar o inconveniente da tomada de decisões ao acaso e a escolha de ações e soluções adotadas emergencialmente, facilitando também a visualização da programação e melhorando o fluxo de informações em toda obra.

O processo de planejamento envolve cinco fases, como pode ser visto também na FIGURA 2.1 (LAUFER e TUCKER, 1987):

- ✓ planejamento do processo de planejamento;
- ✓ reunião da informação;
- ✓ preparação de planos;

- ✓ difusão da informação e
- ✓ avaliação do processo de planejamento.

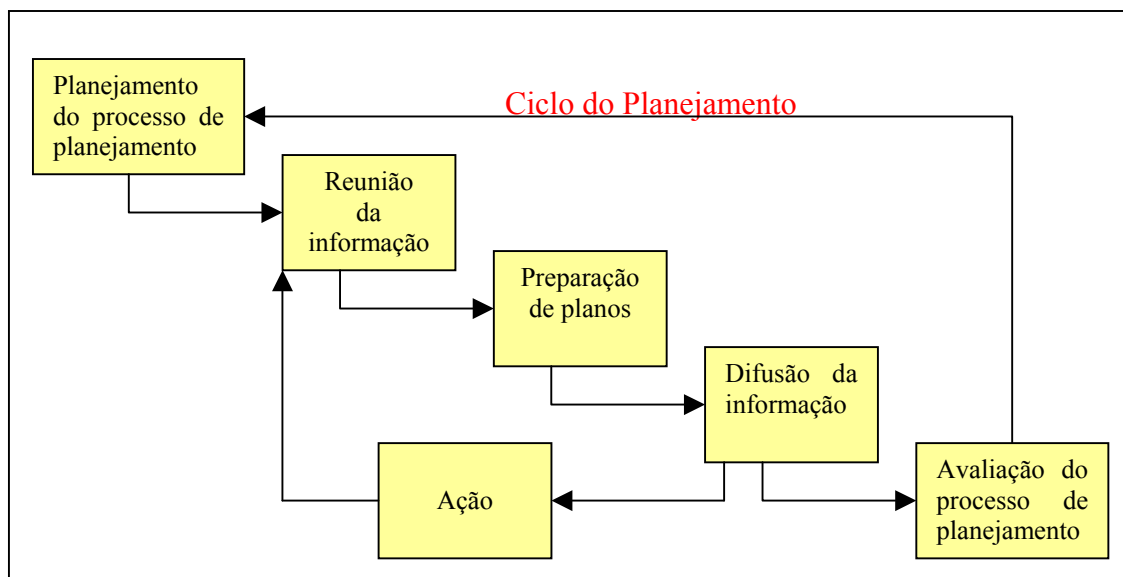


FIGURA 2.1: Fases do ciclo de planejamento (LAUFER e TUCKER, 1987)

Na primeira fase, são tomadas decisões relativas ao horizonte¹ e nível do detalhamento do planejamento, frequência de replanejamento e grau de controle a ser efetuado. Na segunda fase ocorre a coleta das informações necessárias para realizar o planejamento.

A fase de preparação dos planos é a que recebe maior atenção dos responsáveis pelo planejamento nas empresas de construção. Existem muitas técnicas utilizadas para a preparação dos planos de obra, porém as mais difundidas são as técnicas de rede baseada no Método do Caminho Crítico.

Em seguida tem-se a quarta fase: a difusão da informação. A informação deve ser transmitida de acordo com as necessidades de seus usuários e o responsável pelo planejamento na empresa deve discernir quem deve recebê-las e qual seu formato necessário.

A última fase corresponde à avaliação de todo o processo de planejamento, servindo de base para o desenvolvimento deste processo em empreendimentos futuros.

¹ Horizonte de planejamento é o intervalo de tempo entre o planejamento e a ação (LAUFER e TUCKER, 1988)

Das fases do processo de planejamento apresentadas na FIGURA 2.1, as duas primeiras são praticamente inexistentes e as restantes desenvolvidas de forma deficiente. O planejamento realizado no escritório central ainda é pouco utilizado pelo pessoal em canteiro. Isso ocorre devido aos seguintes motivos (LAUFER e TUCKER, 1987):

- ✓ execução da obra no canteiro coordenada através de um planejamento de curto prazo realizado pelo administrador da obra sem seguir o do escritório e em períodos diferentes dos planos formais;
- ✓ dificuldade de atualização dos planos por parte dos responsáveis pelo planejamento, por não disporem de informações do canteiro de obras para a retroalimentação do planejamento;
- ✓ falta de integração vertical do planejamento.

Além disso, estudos mostram que as atividades da gerência são caracterizadas pelos curtos espaço de tempo utilizados para desenvolvê-las, além de serem consideradas breves, variadas e fragmentadas (LAUFER e TUCKER, 1988). Dessa forma, é difícil alocar tempo para a execução do planejamento, principalmente durante a construção do empreendimento, quando ocorre uma preferência pela atenção a operações rotineiras.

A questão planejamento não traz somente impactos normais de planejar um obra e sim um questionamento sobre a forma de executá-la (SCARDOELLI *et al* (1994)).

As maiores vantagens do planejamento segundo SCARDOELLI *et al* (1994), são:

- ✓ maior previsibilidade do empreendimento;
- ✓ maior possibilidade de cumprimento de prazos;
- ✓ maior controle da mão-de-obra, materiais, e atividades;
- ✓ maior segurança para decisões financeiras;
- ✓ possibilidade de realizar o balanço de equipes de trabalho.

Segundo ISATTO *et al* (2000), é necessário a divisão do planejamento e do controle em diferentes níveis hierárquicos, tais como: longo, médio e curto prazo.

a) Longo prazo, planejamento que se refere a datas globais da obra, tendo como produto principal nessa fase um plano mestre e enfocando somente datas chaves, (por exemplo: datas de entrega, conclusão de determinadas tarefas críticas) e que podem envolver as seguintes etapas:

- ✓ *coleta de informações* - são necessárias para criar o plano mestre no início da obra, e são oriundas em sua maioria da etapa de preparação do processo do planejamento;
- ✓ *preparação do plano* – onde são disponíveis várias técnicas tais como o Diagrama de Gantt, as redes de precedência (CPM ou PERT) e a linha de balanço.

b) Médio prazo, o planejamento tático, que tem como função ligar o planejamento de longo e de curto prazo. Por exemplo algumas empresas planejam mensalmente o mês que inicia e também dois meses seguintes.

c) Curto prazo, o planejamento está relacionado à definição detalhada das atividades a serem realizadas, seus recursos e o momento certo para sua execução, no dia a dia da obra.

A hierarquização do planejamento se refere à maneira como as metas de produção são vinculadas aos horizontes de longo, médio e curto prazo. Neste caso, o detalhamento das metas fixadas nos diferentes níveis de planos deve ser maior na medida que se aproxima a data de execução da atividade (LAUFER e TUCKER, 1988). Isto pode ser colocado como uma forma de se reduzir o impacto da incerteza existente no ambiente produtivo.

A utilização desta prática possibilita a minimização do retrabalho no processo de preparação dos planos, visto que para horizontes muito grandes, planos excessivamente detalhados estão mais sujeitos a erros e atualizações do que planos menos detalhados (LAUFER e TUCKER, 1987). O próprio estabelecimento de planos hierarquizados auxilia no controle, visto que através da hierarquização, cada nível gerencial pode se concentrar no desenvolvimento de tarefas que possibilitem o cumprimento das metas fixadas (BERNARDES et. al., 2002).

A estimativa da duração das atividades é uma incógnita, pois as empresas de pequeno porte desconhecem ou não possuem esse banco de dados e as próprias pessoas da obra não sabem ao certo o tempo de duração de cada serviço. Esse problema foi descrito por OLIVEIRA (2000), e a solução encontrada para resolver tal questão foi a utilização de

registros informais e incompletos das durações das atividades em uma obra anterior da própria empresa e outros dados restantes, foram montadas através da experiência do engenheiro e do mestre de obras.

No caso de empresas construtoras de pequeno porte, o quadro de pessoal é bastante reduzido, existindo poucos funcionários para cuidar de todas as tarefas da empresa. Assim, atividades como planejamento e controle tornam-se difíceis de serem realizadas.

Geralmente uma pequena empresa possui somente um engenheiro, responsável por todas as obras e ocupado em tempo integral com tarefas diárias, impedido de realizar um planejamento adequado por não possuir tempo disponível. Além disso, a possibilidade de se contratar um profissional somente para o planejamento não chega a ser levada em conta, pois as empresas consideram que não existiria um retorno financeiro.

O sucesso de implantação de um projeto de planejamento não consiste somente a aplicação de conceitos e ferramentas gerenciais, mas também mudanças de caráter comportamental, ou seja, do envolvimento de todas as pessoas que compõem a organização. Deste modo, ISATTO (2000) classifica duas barreiras para este envolvimento:

- ✓ a falta de percepção por parte dos gerentes de produção quanto aos benefícios do planejamento;
- ✓ a complexidade do gerenciamento de pessoas, fator humano.

O planejamento se mostra viável também em obras em que a disponibilização de dados iniciais são insuficientes, pois mesmo assim é possível realizar o planejamento atingindo as metas estabelecidas, isso segundo OLIVEIRA (2000). O mesmo autor afirma ainda que é possível de uma pequena empresa realizar o planejamento, visto que o quadro de profissionais é reduzido, cabe ao engenheiro estar convencido que, organizar e utilizar técnicas que permitam uma maior visibilidade dos processos, podem levar a um planejamento de forma rápida e eficiente.

Segundo OLIVEIRA *et al* (1995), a área de gerenciamento de materiais tem um importante papel dentro das empresas, tendo como funções básicas a aquisição e armazenamento de materiais. Este setor assume também, cada vez mais, um papel estratégico na empresa, na medida que envolve seus diversos setores (planejamento, compras, financeiro, diretoria, etc.) e o relacionamento com fornecedores externos.

2.2 PRODUTIVIDADE E REPETIÇÃO

"Produtividade é a capacidade de se produzir mais e melhor, em menos tempo, com menor esforço, sem alterar os recursos disponíveis" (SILVA, 1996 *apud* MARCHIORI, 1998).

Muitos termos são usados para descrever produtividade na indústria da construção, são eles: fator de desempenho, taxa de produção, unidade por hora homem, dentre outros. Tradicionalmente, a produtividade é definida como a utilização de recursos para se produzir um produto ou serviço. Em termos quantitativos, é expressa como a razão da entrada de um determinado recurso para uma saída real. Na indústria da construção o produto final (saída) é a obra pronta (SAMPAIO,1991; ABOURIZK e DOZZI, 1993; ABOURIZK e HAJJAR,1998).

Segundo SCARDOELLI *et al* (1994), os índices de produtividade de mão de obra no Brasil são relativamente baixos quando comparados a outros países. Esta baixa produtividade decorre de problemas gerenciais, da falta de planejamento das atividades auxiliares, da movimentação excessiva de materiais dentro do canteiro, da falta de equipamentos e ferramentas adequados para execução dos serviços, da falta de compatibilidade dimensional dos materiais, entre outros fatores. A maioria destes problemas pode ser solucionada facilmente através de intervenções simples da gerência do canteiro.

A produtividade está diretamente relacionada com todos os processos que envolvem o método construtivo. Aumentar a produtividade significa obter maior eficiência, produzindo mais em menos tempo e com maior qualidade (OLIVEIRA *et al.*, 1998). Os fatores que afetam a produtividade podem ser, no geral, categorizados como referentes à mão de obra, às características do projeto, às condições do canteiro, ao controle gerencial, aos métodos construtivos e à estrutura organizacional do projeto (THOMAS *et al.*, 1990).

Quando se fala em índice de produtividade, refere-se à quantidade de produtos gerados por um operário em um determinado período. Na construção civil, um exemplo de índice de produtividade é a medição da montagem da armadura de uma viga realizado por um armador em um determinado tempo.

Dentre os diversos fatores que identificam a produtividade, a organização se apresenta como o mais importante, pois é através dela que se obtém a racionalização dos

recursos materiais disponíveis, fator fundamental para que a empresa consiga elevar sua eficiência e aprimorar sua eficácia.

SERPELL (1993) lista uma grande quantidade de fatores que afetam a produtividade da construção. Dentre os que exercem uma influência negativa na produtividade, pode-se citar a programação de horas-extras e o cansaço dos operários, os erros e às omissões no planejamento, às modificações no projeto durante a execução, às composições, aos tamanhos inadequados das equipes de trabalho e ao excesso de tempo gasto para a tomada de decisões.

Este mesmo autor enumera também vários fatores que tendem a melhorar a produtividade, dentre os quais podem ser citados: a utilização de técnicas modernas de planejamento, o pré-planejamento de todas as operações, programações de curto prazo com definição de equipes e uma boa supervisão dos trabalhos. A repetição de uma tarefa, o treinamento e a aprendizagem na sua execução, enfim a experiência, também conduzem a um aumento da produtividade (HEINECK, 1991).

O autor afirma que esse fenômeno, conhecido como efeito aprendizado, ocorre se houver continuidade na execução das tarefas e em canteiros organizados. Além da repetitividade, é necessário que os operários possam deslocar-se de uma tarefa para outra sem interrupção e, além disso, não podem ocorrer esperas devido a faltas de materiais, interferências de outras tarefas ou desbalanço e falta de elementos na equipe de trabalho.

Segundo (HEINECK, 1990), grande parte das estratégias modernas de produção são consideradas em função dos objetivos que a empresa fixou para seu setor produtivo. Assim, o planejamento da produção deve se posicionar sobre a adequação, ou não, de adotar as seguintes estratégias:

a) *Minimização de estoques de matérias-primas e de produtos em processo* - o objetivo é diminuir a imobilização de capitais, assim como garantir uma maior atenção quanto a qualidade de matérias-primas escassas e a garantia de que produtos necessários nos postos a frente da cadeia produtiva tenham uma qualidade assegurada. Enquadra-se também nesta categoria a não produção para estoque, privilegiando sempre o atendimento das necessidades imediatas de um cliente, externo ou elo na cadeia produtiva.

b) *Trabalho em grupo, ambiente de célula, lay-out concentrado e auto regulação do ritmo de trabalho* - o aumento da produtividade e da motivação no trabalho é obtido ao atribuir-se o trabalho a grupos e não mais a indivíduos especializados, que trabalhando próximos em termos físicos facilitam a disponibilidade de materiais e ferramentas, assim como o controle pelos supervisores.

c) *Visão de fluxo do processo em lugar da avaliação da eficiência no trabalho em postos isolados* - a preocupação maior com o fluxo leva a consideração especial quanto à movimentação de materiais, a diminuição das distâncias de transporte, às condições de armazenagem dos materiais e produtos em processo e a garantia de qualidade em cada passo do processo.

d) *Pacotização do trabalho* - a pacotização leva em consideração tanto a determinação de partes físicas do trabalho que precisam ser executadas do início ao fim sem interrupção como o encaixe deste trabalho em jornadas de trabalhos finitas. Assim elimina-se a programação dos serviços por metro quadrado, por hora de serviço, preferindo-se a programação dos serviços por andares ou por paredes da edificação, encaixando-os no turno, no dia ou na semana de trabalho. Dentro dessa categoria também pode se enquadrar a definição clara das atividades de preparação para o trabalho, que ficam explicitamente determinadas. Como critério para a pacotização do trabalho aparecem a definição de serviços de pequena monta e lotes de produção pequenos, desde que estas atitudes não prejudiquem o trabalho.

e) *Senso de urgência* - a premência em atender o cliente, externo ou interno, faz com que se crie ao longo do processo produtivo a redução do tempo de atravessamento de cada produto dentro da cadeia produtiva ou daqueles produtos em processos necessários para a próxima atividade. Este senso de urgência faz com que o tempo de preparação para a realização de cada serviço seja otimizado. Da mesma forma, o tempo de preparação reduzido confere ao processo produtivo, rapidamente podendo ser mudadas as frentes de trabalho para atender necessidades específicas da produção.

f) *Enriquecimento do trabalho* - estrategicamente cabe ao gerente de produção definir qual a variabilidade que vai ser agregada ao trabalho para evitar a sua monotonia, quantas atividades serão integradas em um pacote de trabalho, como o controle e como o

trabalho pode ser realizado simultaneamente, através de instrumentos de controle visíveis e significativos para os trabalhadores.

g) *Retroalimentação da medição de produtividade, produção e desperdícios* - a mensuração serve como mecanismos de retroalimentação para os operários avaliarem seus esforços no sentido de melhorar a qualidade e a produtividade. Retira-se assim da medição do trabalho sua característica de mecanismo para formação de constantes orçamentais e forma de coerção operária para o alcance dos objetivos da empresa.

h) *Aspectos básicos de motivação dos operários* - a estratégia de produção está preocupada com a provisão de condições mínimas de higiene, segurança, alimentação e convívio social dentro do canteiro. Também são determinadas as ações que levam a maior autonomia dos operários, a criação de desafios, o entendimento dos problemas humanos de cada um, as chances de crescimento profissional, dentro de condições de supervisão e chefia positiva, são programadas atividades no canteiro que levem ao aumento da produtividade e da qualidade de vida dentro e fora do trabalho.

Segundo SHINGO (1996), em suas experiências, a produção aumenta consideravelmente quando o trabalho é especializado, ou seja, cada funcionário deve realizar uma única atividade, ele chama isso de “divisão do trabalho”. Essa divisão do trabalho segundo o autor traz para a empresa alguns benefícios, tais como:

- ✓ a divisão do trabalho permite a repetição da mesma operação, não há necessidade de pensar o que fazer na sequência; a operação torna-se quase um ato de reflexo. Não é necessário pensar, e a repetição aumenta o nível da habilidade individual dos trabalhadores;
- ✓ a divisão do trabalho reduz a operação a uma única tarefa. Movimentos auxiliares tais como pegar uma ferramenta e devolvê-la são eliminados;
- ✓ a divisão do trabalho reduz a operação a uma simples tarefa. Isso torna a mecanização e as melhorias mais fáceis e incrementa drasticamente a eficiência do trabalho. A sofisticação, e diversidade de ferramentas e o desenvolvimento de máquinas que se presencia hoje, tornam-se possíveis graças a divisão do trabalho;

- ✓ a divisão do trabalho simplifica as operações, criando oportunidade de emprego para os trabalhadores não-qualificados;
- ✓ simplifica-se a necessidade de treinamento dos novos trabalhadores. É possível qualificar rapidamente os trabalhadores;
- ✓ a manutenção da qualidade é simplificada porque as operações são simples e repetitivas.

Contudo, a divisão do trabalho também apresenta as seguintes desvantagens:

- ✓ a repetição de atividades simples pode causar LER (Lesão por esforços repetitivos);
- ✓ a repetição de atividades simples pode causar tédio;
- ✓ a falha de uma atividade repetitiva e sequencial pode se espalhar por toda produção.

2.3 TÉCNICA DA LINHA DE BALANÇO

2.3.1 Histórico e conceitos

A técnica da Linha de Balanço (LDB) para programação de tarefas foi criada pela Goodyear nos anos 40. Suas primeiras aplicações foram na indústria de manufaturados para programar o fluxo de produção. Seu uso na construção civil se difundiu mais na Europa em obras com serviços bastante repetitivos, como estradas e pontes. Recentemente vários pesquisadores vêm procurando diversas formas de difundir o uso da LDB nos EUA e outros países, em conjuntos habitacionais e edifícios altos, estudando os seus conceitos juntamente com outras técnicas matemáticas ou computacionais, como simulação, e sistemas baseado no conhecimento (MENDES Jr., 1999 e 2001).

A técnica da LDB se resume ao conceito de que as tarefas são repetidas inúmeras vezes ao longo de uma unidade de repetição. Por exemplo, o serviço de revestimento de paredes é realizado inúmeras vezes ao longo de todas as unidades de um conjunto habitacional ou pavimentos de um edifício. O ritmo de conclusão da tarefa nas diversas

unidades dependerá de quantas equipes sejam alocadas. A técnica é de aplicação bastante simples principalmente porque pode ser feita graficamente, se for assumido a linearidade do desenvolvimento da tarefa, podendo ser visualizada num gráfico espaço x tempo, indicando a unidade e quando a tarefa é executada nesta unidade. Cada linha do gráfico corresponderá a uma tarefa.

É uma técnica de planejamento e controle que considera o caráter repetitivo das atividades de um empreendimento. Por meio da Linha de Balanço o engenheiro da obra passará a ter uma visão mais simples da execução das atividades servindo como ferramenta de apoio na melhoria da produtividade e qualidade nos canteiros, e poderá dispor de uma técnica eminentemente gráfica (visual) que será um valioso aliado nas suas comunicações em obra.

A Linha de Balanço é derivada do gráfico de barras (Gantt), onde ao invés de se colocar as atividades ou fases da obra no eixo vertical, coloca-se, por exemplo, os pavimentos. Assim cada barra continua representando uma atividade, ou fase da obra, porém deixa de ser horizontal para se ter uma inclinação, que representará o ritmo com que avança pelos pavimentos.

Dessa forma, a Linha de Balanço pode indicar o seqüenciamento da atividade pelas diversas unidades de repetição da obra. Estas unidades de repetição podem ser os pavimentos, os apartamentos, as casas unifamiliares, os quilômetros de estrada ou os metros de canalização.

A LDB ideal pressupõe que todas as atividades são executadas em seqüência, porém numa obra mais complexa várias atividades poderão ser executadas em paralelo, o que leva a necessidade de usar também uma técnica de rede tal como por exemplo o método do Caminho Crítico (CPM) em conjunto com a LDB. Mesmo assim a LDB é a técnica dominante mantendo todas as suas vantagens neste processo de planejamento e controle (MENDES Jr., 1999).

Segundo MAZIERO (1990), os princípios da técnica da Linha de Balanço são:

- ✓ determinar uma razão de produção, baseada na relação entre o número de unidades a serem construídas e o tempo de construção das mesmas;
- ✓ manter esse ritmo de trabalho constante;

- ✓ manter a movimentação de mão-de-obra e equipamentos contínuos;
- ✓ tirar benefícios da repetitividade do trabalho.

2.3.2 Vantagens e desvantagens

A maior vantagem da Linha de Balanço é a de permitir fácil visualização, em forma gráfica, dos ritmos de produção e informação da duração das atividades, bem como a interferência com as atividades mais próximas. Nenhuma outra técnica de planejamento oferece esta facilidade, por que não são especialmente desenvolvidas para atividades repetitivas. (REDA, 1990) e (MENDES Jr., 2001). LOSSO e ARAÚJO (1995) acrescentam que existe uma facilidade de entendimento do gráfico, tanto no planejamento como na execução.

Todos os principais componentes necessários à programação de obra são identificados na LDB: **O quê** (qual atividade, qual pacote de trabalho) deve ser feito; **Quem deve fazer** (qual ou quais equipes); **Onde fazer** (qual cômodo, apartamento, pavimento ou fachada); e **Quando fazer** (qual semana).

Outro fator positivo é a possibilidade de ser utilizada rapidamente para se determinar o que está errado com um projeto e poder identificar gargalos futuros em potencial. Além de tudo, a LDB mantém a continuidade do trabalho e o ritmo de produção, possibilitando o aparecimento do efeito aprendizado (REDA, 1990).

A desvantagem da LDB reside no fato de ainda serem poucas suas aplicações na construção civil e ainda não estar disponíveis no mercado ferramentas computacionais para automatizar essa técnica. Embora conhecida e estudada por pesquisadores nacionais, não conseguiu chegar às empresas construtoras de forma a ser utilizada como uma ferramenta efetiva de planejamento na produção (MENDES Jr., 1995; ASSUMPÇÃO e FUGAZZA, 1998).

Como o uso da Linha de Balanço é restrito a projetos de serviços repetitivos, há a necessidade de se elaborar uma programação a parte para serviços não repetitivos (LOSSO e ARAÚJO, 1995). Os autores citam ainda a necessidade de um projeto integrado à forma de execução e a dificuldade de se considerar o grande número de variáveis influentes no

processo construtivo. Várias atividades exigem uma seqüência de execução diferentes do andamento da obra, causando dessa maneira escalas diferentes para a mesma LDB.

2.4 O MÉTODO DO CAMINHO CRÍTICO – CPM E O PERT

2.4.1 Histórico e conceitos

Os métodos baseados em redes, tais como o CPM (*Critical Path Method*) e o PERT (*Project Evaluation and Review Technique*) são aplicáveis a obras onde existe necessidade de um detalhamento maior do que aquelas em que se aplica simplesmente o Diagrama de Barras. As redes usam flechas e nós para representar a construção das operações e suas relações (MAZIERO, 1990).

A técnica CPM foi idealizada no ano de 1957 e teve seus conceitos apresentados pela empresa *DuPont de Neymours*. Esse método considera para as atividades durações obtidas em projetos muito semelhantes executados anteriormente. Como para cada atividade é feita uma única determinação de prazo de duração, baseada em experiência pregressa, o CPM é chamado de processo determinístico.

No mesmo ano, durante a execução do míssil Polaris pela Marinha dos Estados Unidos foi desenvolvida a técnica conhecida como PERT. Por se tratar de um projeto novo, não se conheciam os prazos de fabricação de cada componente, perguntou-se aos fabricantes quais os prazos máximo, normal e mínimo que seriam necessários para produzir as peças. A duração das atividades era estimada através de um tratamento estatístico. Em função disso, a técnica PERT é chamada de probabilística.

Apesar das diferenças, atualmente as técnicas são usadas como uma só, adaptando-se ao enfoque necessário (QUALHARINI, 1995; LIMMER, 1997).

A rede CPM ilustra claramente a seqüência lógica das operações. As dependências e durações estimadas são usadas para determinar o tempo necessário para a conclusão do projeto (MAZIERO, 1990).

2.4.2 Vantagens e desvantagens

O CPM, juntamente com o Gráfico de Gantt, são as técnicas de programação mais utilizadas em todo o mundo, porém no caso de programação de atividades repetitivas, o uso do CPM tem como grande desvantagem a necessidade de se representar o projeto através de um grande número de atividades, o que dificulta a visualização e entendimento da rede por parte de um usuário não treinado. Outro problema importante é o fato dessa técnica não permitir a continuidade do trabalho (REDA, 1990; MAZIERO, 1990; EAST e KIM, 1993).

KOSKELA (1992) acrescenta ainda que este modelo é baseado em atividades específicas, e não planeja adequadamente os fluxos de equipes e materiais existentes no processo da construção.

2.5 INTEGRAÇÃO ENTRE O CPM E A LINHA DE BALANÇO

Combinar estas duas técnicas, CPM e LDB, para o caso de obras com serviços repetitivos já é uma solução reconhecidamente eficaz como demonstram diversas pesquisas realizadas propondo soluções batizadas com diferentes nomes (KALU, 1990; SUHAIL e NEALE, 1994). Esta combinação tem sido muito pesquisada em função do desapontamento tanto dos pesquisadores quanto dos práticos com a aplicação do CPM em projetos repetitivos (SUHAIL e NEALE, 1994).

SUHAIL e NEALE (1994) mostram que esta integração é bem simples, quando resolvida manualmente. A sua implementação num software de programação de projetos que utilize a técnica CPM com nivelamento (ou restrição) de recursos (o que inclui a maioria dos produtos comerciais) pode tornar-se complexa, exigindo uma série de artifícios. O método fortalece as características poderosas dos *softwares* de CPM contemporâneos e capacita a Linha de Balanço a beneficiar-se do desenvolvimento do CPM.

Quando trata dos em conceitos da Linha de Balanço aproveitados na utilização do *software* de gerenciamento de projetos. COELHO (1998) refere-se aos seguintes tópicos:

- ✓ *programação por unidade básica* - a utilização dessa característica da LDB para organizar os serviços facilita a elaboração da rede de precedências, bem como a repetição de uma unidade básica para todas as demais;
- ✓ *equipes especializadas* - esse conceito da LDB é de suma importância, pois sua utilização permitirá a realização de simulações de programação com as mais variadas situações de disponibilidade de recursos e estratégias de ataque ao canteiro;
- ✓ *continuidade do trabalho* - a lógica de programação do *software* aliada a esse conceito racionaliza a utilização dos recursos empregados no empreendimento, reduzindo a ociosidade das equipes, organizando a abertura de frentes de trabalho e definindo metas para contratações de empreiteiros.

2.6 PROGRAMAÇÃO DE OBRAS EM COMPUTADOR

A utilização de recursos computacionais para a engenharia civil por um longo período se concentrou na busca de soluções para problemas de projetos na área de estruturas. Nos últimos anos a tecnologia da informação tem avançado com um passo acelerado e o uso de tais recursos é cada vez maior (SCHMITT, 1998).

Em um trabalho realizado por MENDES Jr. (1995) no desenvolvimento de um modelo integrado em planilha eletrônica, batizado por *Modelo Integrado de Planejamento*, utilizado para a programação das atividades de um edifício composto por 11 pavimentos. O autor mostra a possibilidade que o modelo permite de se ter um ambiente de informações para a tomada de decisões ou para a programação de serviços e recursos na execução de empreendimentos de construção civil. O modelo está implantado em planilha *Excel for Windows* e resulta numa ferramenta ágil tanto para o planejador como para o gerente da obra.

Apesar dos recursos computacionais existentes atualmente, a maioria dos gerentes que utilizam programas informatizados de gerenciamento de projetos continua pensando e trabalhando manualmente. Uma minoria deles usa seus programas computacionais de gerenciamento como uma ferramenta de planejamento poderosa. Na maior parte dos casos o

real planejamento e análise são obtidos manualmente, realizados pelo gerente de projeto. É comum hoje, que gerentes de projeto trabalhem em computadores portáteis no canteiro e que computadores de mesa estejam disponíveis nos escritórios dos canteiros.

SAWHNEY et al. (1998) afirma que a simulação da construção em computador é uma poderosa ferramenta que pode ser utilizada por uma empresa construtora em levantamentos de produtividade, análise de riscos e programação dos recursos, dando um grande apoio à tomada de decisão. ASSUMPÇÃO e FUGAZZA (1998) acrescentam que nos modelos de simulação, o ambiente computacional é fundamental no sentido de gerar um grande número de informações, em um curto espaço de tempo, permitindo ajustar a programação da obra aos objetivos do empreendimento.

2.7 A FILOSOFIA DE PRODUÇÃO DA *CONSTRUÇÃO ENXUTA*

A partir da década de 90 iniciou-se a discussão conceitual da Filosofia de Produção² na indústria da construção, quando KOSKELA (1992) realizou uma análise das implicações e benefícios de sua implementação. Esta Filosofia de Produção tem suas origens em uma série de métodos e técnicas surgidas no Japão, como o JIT (Just-in-Time) e o TQM (Total Quality Management).

A filosofia tradicional vê o processo de produção apenas como a conversão de entradas em saídas. Essa filosofia analisa a construção como um conjunto de atividade interdependentes, porém menosprezando a existência dos fluxos, e foca as iniciativas de melhorias somente nas atividades de conversão. Deste modo, as atividades de fluxo, que consomem tempo e custo, continuam crescendo e contribuem para que a produção se torne ainda mais complexa e sujeita a distúrbios (KOSKELA, 1992).

A Filosofia de KOSKELA baseia-se principalmente em uma dupla visão da produção: conversões e fluxos. Nesta lógica, cada processo passa a ser entendido como um conjunto de atividades de transporte, espera, processamento e inspeção (FIGURA 2.2).

² *Lean Construction*, também conhecida como Construção Enxuta.

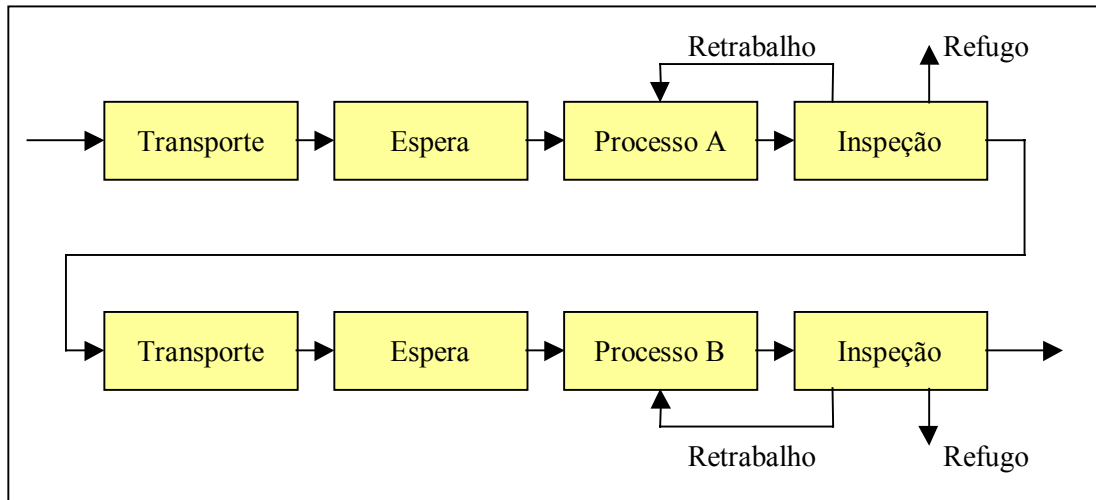


FIGURA 2.2: Modelo de processo da Filosofia de Produção (KOSKELA, 1992)

Enquanto que todas as atividades consomem recursos, na maioria dos casos somente as atividades de conversão acrescentam valor. Em consequência, deve-se tentar que, tanto quanto possível, as atividades de fluxo sejam reduzidas ou eliminadas. Na FIGURA 2.2, as atividades “processo A” e “processo B” são as que acrescentam valor, enquanto que todas as demais (atividades de fluxo) não acrescentam valor.

Entretanto, diversas atividades que não agregam valor final, produzem valor para clientes internos e são essenciais à eficiência global dos processos, como o planejamento, treinamento de mão de obra e prevenção de acidentes (OLIVEIRA, 1999).

Com vistas a implementar as melhorias e, conseqüentemente, em possibilitar o aumento da eficiência dos fluxos de produção, KOSKELA (1992) discute onze princípios gerais da *Construção Enxuta*:

- ✓ redução do volume de atividades que não agregam valor;
- ✓ incremento do valor final através da consideração dos desejos dos clientes;
- ✓ redução da variabilidade;
- ✓ redução dos tempos de ciclo de produção;
- ✓ simplificação através da minimização do número de passos, partes e dependências;

- ✓ aumento da flexibilidade de saída;
- ✓ aumento da transparência do processo;
- ✓ foco do controle em todo o processo;
- ✓ realização de melhoria contínua no processo;
- ✓ balanço de melhorias de fluxo e de conversão e
- ✓ prática do *benchmarking*.

2.7.1 O processo de planejamento na Filosofia de Produção da *Construção Enxuta*

Dos princípios gerais apresentados por KOSKELA (1992); OLIVEIRA (1999) identifica quatro deles sobre os quais o planejamento e controle da produção devem ser concebidos: redução da variabilidade, aumento da transparência no processo, realização de melhoria contínua no processo e aplicação do controle na totalidade do processo.

Para BALLARD e HOWELL (1994a, 1994b, 1994c), em seus estudos em busca de melhorias para o processo de planejamento, o primeiro passo para a implementação dos princípios da *Construção Enxuta* na construção é a estabilização do ambiente de trabalho, protegendo a produção da variabilidade e da incerteza. A partir deste momento, é possível reduzir a variação dos fluxos de entrada e melhorar o desempenho das operações.

A estabilização do ambiente de trabalho passa pelo planejamento de curto prazo, também chamado de planejamento de comprometimento, através da técnica da produção protegida (*shielding production*). O planejamento de médio prazo, denominado pelos autores como *lookahead planning*, tem como principal função o ajuste dos planos de longo prazo, além de ajudar a reduzir as variações dos fluxos de trabalho. Já no planejamento de longo prazo, a influência dos princípios da *Construção Enxuta* é menor, sendo, entretanto, importante para a redução da variabilidade (BALLARD e HOWELL, 1994a, 1997; BALLARD, 1997).

2.7.1.1 O planejamento de curto prazo – Operacional (do comprometimento) – Produção Protegida

Estabilizar o ambiente de trabalho, segundo BALLARD e HOWELL (1994a), fundamenta-se na criação e manutenção de um planejamento de comprometimento. Este é o nível de planejamento onde são tomadas as últimas decisões, delegando tarefas diretamente para a produção. Nesse planejamento deve-se buscar a eliminação ou a redução da influência de imprevistos que dificultem a execução completa das tarefas.

BALLARD e HOWELL (1994a, 1997) afirmam que a utilização da técnica da produção protegida (*shielding production*) no planejamento de comprometimento é fundamental para a implementação dos princípios da *Construção Enxuta*. A idéia da produção protegida baseia-se na necessidade de delegar tarefas que sejam completamente executadas pelas equipes de produção, diminuindo a incerteza e evitando descontinuidades nos fluxos de trabalho. Os pacotes de trabalho são elaborados de modo a compatibilizar o fluxo de trabalho com os recursos disponíveis. Os autores, em seus diversos trabalhos, definem o período para esse nível de planejamento como sendo de uma semana.

Segundo NOVAIS (2000), o planejamento de curto prazo apresentou alguns pontos positivos como, por exemplo, a melhor identificação dos problemas que causam atrasos na execução e possibilitar oportunidade de discussões com as reuniões de planejamento semanais.

Todas as tarefas em execução são inseridas na programação comparando-se o que **pode** ser executado (todos os recursos disponíveis, tarefas antecedentes concluídas) com o que **deveria** ser executado (indicado no plano inicial vindo do planejamento tático). A partir dessa comparação o planejador seleciona o que **será** executado, com o comprometimento de todos os envolvidos na produção. A seleção dos pacotes de trabalho é feita a partir de uma reserva de tarefas a serem executadas, reserva esta formada através do planejamento de médio prazo (BALLARD e HOWELL, 1994a).

De modo a proteger a produção das incertezas nos fluxos de trabalho, esse planejamento de comprometimento deve ainda adotar os seguintes critérios (BALLARD e HOWELL, 1997):

- ✓ *definição* - as tarefas devem ser especificadas de modo que seja possível identificar a quantidade e materiais e equipamentos necessários, a equipe de produção e a quantidade de trabalho, e também permitir identificar o término do trabalho ao final do período planejado;
- ✓ *confiabilidade* – consiste em verificar se os materiais necessários estão no canteiro, se o projeto possui todos os detalhes definidos e se a tarefa antecedente já foi concluída;
- ✓ *seqüência* - os pacotes de trabalho são selecionados levando-se em conta o seqüenciamento entre as tarefas, considerando a construtividade e a dependência entre as equipes de produção. Também é verificada a existência de uma reserva de trabalho, ou seja, tarefas adicionais que possam ser executadas no caso de falhas na execução dos pacotes de trabalho ou produtividades acima das esperadas;
- ✓ *tamanho* - o dimensionamento dos pacotes de trabalho leva em conta a capacidade das equipes de trabalho em realizar os mesmos dentro do período planejado. Deve-se considerar também se estarão sendo liberadas frentes de trabalho suficientes para as próximas equipes de produção no período de planejamento seguinte;
- ✓ *aprendizado* - por este critério leva-se em conta a identificação e análise das razões que impossibilitaram o término do trabalho especificado dentro do prazo. O intuito deve ser o de aprender com os erros anteriores, evitando sua recorrência.

A formalização do planejamento de curto prazo através da realização de ações que protejam a produção contra os efeitos da incerteza facilita a designação das metas às equipes de trabalho e o controle da produção. Isto pode ser explicado porque as tarefas que são designadas ficam registradas em uma planilha, de uma maneira organizada e clara (BERNARDES et. al., 2002).

Segundo BALLARD e HOWELL (1997), para a implementação dessa prática, é necessário o envolvimento do mestre de obra na etapa de preparação dos planos, conforme preconizado nas diretrizes de aplicação desta técnica. A presença do mestre de obra é considerada, nesse caso, essencial para a fixação de metas de acordo com as reais potencialidades do sistema produtivo. Isso pode ser explicado na medida que esse último profissional tem amplo conhecimento sobre as tarefas que estão sendo executadas na obra,

conhecimento este possibilitado, em grande parte, por seus contatos freqüentes com os membros das equipes de produção nos postos de trabalho. As tarefas contidas no planejamento devem ser estabelecidas por consenso, através da realização de uma reunião entre o planejador e os chefes das equipes de trabalho ou subempreiteiros.

Os autores acrescentam ainda que toda a elaboração dos pacotes de trabalho inicia-se pela consideração das prioridades estabelecidas no planejamento de médio prazo, além das informações fornecidas pelo gerente da obra e pelo conhecimento do próprio mestre do andamento das tarefas executadas pelas equipes de produção.

2.7.1.2 O planejamento de médio prazo: Tático

O planejamento de médio prazo é realizado em um horizonte maior e não necessita do mesmo nível de detalhamento do planejamento de curto prazo. Seu objetivo é verificar se as condições para o início ou prosseguimento de atividades estão satisfeitas e, caso necessário, os problemas sejam discutidos e providências e ajustes sejam programados neste sentido (MENDES Jr., 1999). Para BALLARD (1997), estes ajustes devem observar a compatibilização entre os recursos disponíveis, a capacidade de produção das equipes e o cumprimento de prazos e custos.

Desta forma, este nível de planejamento, também chamado de *lookahead planning*, tem como função ajustar o plano inicial da obra, com um maior nível de detalhamento. O planejamento de médio prazo deve ser utilizado para voltar a atenção da gerência para o que se espera que esteja sendo realizado dentro de algumas semanas, estimulando ações no presente para se atingir o futuro desejado (BALLARD, 1997).

Em outras palavras, procura-se ajustar o que **deveria** ser executado aproximando-se cada vez mais do que **pode** e o que **será** executado, reduzindo-se as variações no fluxo de trabalho (BALLARD e HOWELL, 1994a).

BALLARD (1997) identifica ainda os seguintes propósitos para este planejamento:

- ✓ modelar o fluxo de trabalho com o melhor seqüenciamento e ritmo das atividades dentro das capacidades do momento;

- ✓ ajustar a mão de obra e os recursos ao fluxo de trabalho;
- ✓ produzir e manter uma reserva de tarefas executáveis para todas as equipes, identificando e providenciando os projetos e materiais necessários e verificando se tarefas predecessoras foram ou estão sendo executadas, de forma que as tarefas dessa reserva possam ser incluídas posteriormente no planejamento de comprometimento;
- ✓ agrupar os trabalhos interdependentes, assim o método de trabalho pode ser planejado para toda a operação;
- ✓ identificar tarefas de diferentes equipes que devem ser planejadas conjuntamente.

Para se reduzir o impacto das variações de fluxo, como atrasos na entrega de materiais e mudanças de planos, uma ferramenta importante e comum é a utilização de *buffers* (reservas de trabalho) entre as operações. Desta forma, variações em uma operação não afetam a execução da operação seguinte. Os *buffers* (reservas de trabalho) apresentam três funções: compensar diferenças de ritmo entre as atividades; compensar a incerteza dos ritmos atuais; permitir diferentes seqüências de trabalho entre o fornecedor de materiais e as equipes de execução (BALLARD e HOWELL, 1994b).

Entretanto, os autores acrescentam que esses *buffers* são caros, difíceis de dimensionar e raramente apresentam uma solução adequada. Os custos relacionados aos *buffers* incluem espaço para estocagem de materiais, duplo manuseio, controle de estoques e prevenção de desperdício. Deste modo, a redução das variações de fluxo ocorre com a substituição gradual dos *buffers* por planos mais confiáveis, obtidos com o ajuste dos planos produzidos pelo planejamento de longo prazo.

BALLARD e HOWELL (1994b) sugerem que nesse ajuste do plano inicial somente devem ser mantidas no planejamento tarefas as quais o gerente acredita que passarão para a reserva de tarefas executáveis conforme o programado. No caso de uma atividade onde a possibilidade de execução é questionável, por exemplo por falta de material, a mesma é excluída do planejamento de médio prazo, retornando somente quando os recursos estiverem assegurados ou o cronograma seja ajustado para acomodar o atraso na entrega.

2.7.1.3 O planejamento de longo prazo - Estratégico

Este nível de planejamento tem como horizonte todo o período da obra, tendo como objetivo gerar o plano inicial da obra, também chamado de plano mestre. (MENDES Jr., 1999). O planejamento de longo prazo envolve decisões de caráter tático, tais como: datas para as principais fases da construção, plano de ataque à obra e definição do número de equipes (ASSUMPÇÃO, 1996).

OLIVEIRA (1999) observa que dentre os três níveis de planejamento, o de longo prazo é aquele onde os princípios da *Construção Enxuta* exercem menor influência. Entretanto, a consideração da continuidade nas atividades no planejamento tático, através da técnica de Linha de Balanço, favorece alguns desses princípios: redução do desperdício, minimização da variabilidade, melhora nos fluxos de materiais e de mão de obra, geração de planos flexíveis e uso de gerenciamento visual da produção (MENDES Jr., 1998; HEINECK e MAZIERO, 1990).

BALLARD e HOWELL (1994b) acrescentam ainda que o plano inicial é concebido tendo em vista os objetivos do projeto e que mesmo estes objetivos podem sofrer variações ao longo do empreendimento, como por exemplo, em consequência de mudanças de tendências de mercado ou na disponibilidade de recursos financeiros. O monitoramento das bases dos objetivos permite a detecção antecipada das mudanças, protegendo os planos da variabilidade.

O plano mestre deve ser atualizado periodicamente, em função de mudanças no andamento da obra, motivadas, por exemplo, por atrasos na execução ou por mudanças no fluxo de receitas. As principais atividades envolvidas nesta atualização são as seguintes (BERNARDES et al., 1999):

- ✓ *coletar informações* - ao se revisar o plano mestre durante a obra, é necessário contar também com informações provenientes dos níveis inferiores de planejamento, principalmente do planejamento de médio prazo;
- ✓ *gerar fluxo de caixa* - a partir do plano mestre elabora-se um fluxo de caixa que servirá de base para o controle financeiro da obra;
- ✓ *Preparar plano* - várias técnicas podem ser utilizadas, sendo as principais o Diagrama de Gantt, o PERT/CPM e a Linha de Balanço;

- ✓ *difundir o plano mestre* - o plano mestre deverá ser apresentado em um ou mais formatos, em função da necessidade de seus usuários;
- ✓ *programar recursos* - envolve recursos cuja programação de compra, aluguel ou contratação deve ser realizada a partir do planejamento de longo prazo. Como exemplo pode-se citar o caso do aluguel dos guindastes para a montagem das peças pré-moldadas;
- ✓ *difundir programação de recursos* - uma vez gerada, a programação de recursos deve ser disseminada aos setores de recursos humanos, para a contratação da mão de obra, e de suprimentos, para a aquisição de materiais e equipamentos necessários.

2.8 PLANEJAMENTO FINANCEIRO

Os especialistas sobre pequenas empresas são unânimes em afirmar que o gerenciamento adequado dos recursos financeiros é um dos requisitos básicos para a sobrevivência e sucesso de qualquer empresa principalmente as pequenas devido as suas limitações em conseguir recursos no mercado financeiro, quando têm necessidade de caixa para respeitar os vários compromissos assumidos (LOPES, 2000).

Nesse sentido, as grandes empresas criam um departamento com funções específica de planejar, controlar e dirigir os recursos financeiros; já nas pequenas empresas as finanças geralmente são administradas de forma intuitiva pelos proprietários, sem um controle e planejamento adequado.

Segundo o mesmo autor, o fluxo de caixa tem se destacado como um dos instrumentos importantes de planejamento, controle e tomada de decisões nas empresas principalmente as pequenas empresas, pois permite que os proprietários visualizem antecipadamente as necessidades e o excesso de caixa e tomar as medidas cabíveis para obtenção do melhor resultado.

Fluxo de Caixa é um instrumento de gestão financeira que relaciona o conjunto de entradas e saídas de caixa num determinado período, assumindo um caráter de planejamento financeiro quando é projetado para o futuro. Esse instrumento permite o

conhecimento prévio dos ingressos e desembolsos de caixa possibilitando assim uma programação de busca de recursos nas fontes menos onerosas para fazer frente a falta de caixa e aplicar de melhor forma possível o excesso de caixa. (BORINELLI, 1997).

A elaboração do fluxo de caixa requer informações de diversos setores da empresa: das vendas (projeções das vendas e os prazos de recebimento), do setor de Produção (o orçamento de compras e seu respectivo prazo de pagamento), do setor de Marketing (a quantidade de recursos necessários para viabilizar a política de divulgação dos produtos da empresa), da área de cobrança (o valor de estimativas do valor a serem recebidos de clientes), e ainda deverá ser elaborado o orçamento das entradas e a saídas de caixa das demais atividades

Com base nas informações levantadas os proprietários da pequena empresa fazem as previsões das entradas e saídas de caixa para um determinado período requerido; isso lhe permite saber antecipadamente as ações necessárias para o melhor funcionamento da sua empresa.

Mas para que o fluxo de caixa seja efetivamente um instrumento útil para tomada de decisões, a sua elaboração deve-se basear em estimativas realistas de todas as contas considerando a sazonalidade, e ainda detalhar as datas de entradas e saídas de caixa.

Segundo NETO (1997), uma adequada administração dos fluxos de caixa pressupõe a obtenção de resultados positivos para a empresa, devendo ser focalizada como um segmento lucrativo para seus negócios.

Utilizando adequadamente o fluxo de caixa, as pequenas empresas podem melhorar a sua capacidade de cumprir as obrigações assumidas, logo todas as empresas por menores que sejam devem manter um planejamento e controle do seu fluxo de caixa.

2.9 SISTEMA DE CONTROLE JUST-IN-TIME E KANBAN

A filosofia *Just-In-Time* (JIT), criada na empresa *Toyota Motor Corporation* e posteriormente aplicada em empresas japonesas e ocidentais, aonde vem substituindo com sucesso a filosofia convencional, tem como objetivo estruturar a produção de modo que qualquer atividade que não agregue valor ao produto seja eliminada, evitando todos os

desperdícios provocados por movimentações desnecessárias de materiais, excessos de produção, tempos ociosos, fabricações indevidas, atividades improdutivas e produção defeituosa. O estoque, sendo uma consequência de tudo isto, é visto nesta filosofia como perdas, pois é capital imobilizado e ainda precisa de investimentos para sua manutenção.

A melhor maneira de compreender como a abordagem JIT difere da abordagem tradicional de manufatura é analisar o contraste entre os dois sistemas. SLACK *et al.* (1997) afirma que embora as duas abordagens visem à alta eficiência na produção, elas tomam caminhos diversos para conseguir isso. A abordagem tradicional busca a eficiência protegendo cada parte da produção de possíveis distúrbios. A abordagem just-in-time tem uma visão oposta. O just-in-time vê os estoques como uma parte problemática que recai sobre o sistema de produção, evitando que os problemas sejam descobertos.

Sempre se imaginou que existiam três fatores para uma empresa obter lucro, que segundo SHINGO (1996) são:

- ✓ obter custos mais baratos na compra da matéria prima;
- ✓ realizar uma obra com custos mais baixos da mão de obra;
- ✓ possuir custos indiretos mais baixos possíveis.

No entanto, um fator de extrema importância foi deixado de lado que é aumentar a taxa de giro de capital, ou melhor, aumentar os lucros via redução dos estoques.

No passado se reconheceu que esse era um fator que aumentava a taxa de giro de capital, contudo os gerentes acreditavam que um mínimo de estoques era necessário. Contrapondo essa questão o *Sistema de Produção da Toyota* encarou os estoques como a origem de muitos problemas.

Segundo o mesmo autor as principais medidas adotadas para atingir o sucesso do estoque zero foram:

- ✓ a redução drástica dos tempos de atravessamento, eliminando o tempo de espera entre processos;
- ✓ evitar a superprodução fabricando lotes mínimos.

Segundo SLACK *et al.*, (1997) são três as razões chaves que têm sido apontadas como diferencial do JIT de outras abordagens de aprimoramento de desempenho de empresas, as quais, na verdade, definem o coração da filosofia JIT. São elas: a eliminação de desperdício, o envolvimento dos funcionários na produção e o esforço de aprimoramento contínuo.

Há muitas técnicas que poderiam ser determinadas "técnicas JIT", que são derivadas natural e logicamente da filosofia JIT, podem ser citadas as seguintes:

- ✓ práticas básicas de trabalho - disciplina, flexibilidade, igualdade, autonomia, desenvolvimento de pessoal, qualidade de vida no trabalho e criatividade;
- ✓ aprimoramentos do projeto;
- ✓ foco na operação - o conceito por trás do foco nas operações é que a simplicidade, a repetição e a experiência trazem competência.
- ✓ máquinas simples e pequenas;
- ✓ arranjo físico e fluxo - técnicas de arranjo físico podem ser utilizadas para promover um fluxo suave de materiais, de dados e de pessoas na operação;
- ✓ manutenção produtiva total (TPM) - visa eliminar a variabilidade em processos de produção, a qual é causada pelo efeito de quebras não planejadas;
- ✓ redução de *set-up* - o tempo de set-up é definido como o tempo decorrido na troca do processo da produção de um lote até a produção da primeira peça boa do próximo lote;
- ✓ envolvimento total das pessoas - pode ser visto como uma extensão das "práticas básicas de trabalho";
- ✓ visibilidade - problemas, projetos de melhoria de qualidade e listas de verificação de operações são visíveis e exibidas de forma que possam ser facilmente vistas e compreendidas por todos os funcionários. As medidas de visibilidade incluem sistemas de controle visual como *kanbans*.

Para atender às mudanças do mercado a partir da venda do produto, é necessário no JIT que as empresas desenvolvam formas para puxar a produção, ou seja, produzir do final para o início da produção.

Para tanto, utiliza-se um sistema de gerenciamento das informações que permite que as unidades necessárias sejam repostas na quantidade necessária e no momento necessário nos diferentes centros produtivos, conhecido como sistema *kanban*. O *kanban* é um sistema simples, de fácil compreensão, de controle visual dos estoques, que garante a eficiência do sistema de puxar a produção (SLACK *et al.*, 1997).

Existem vários conceitos de *kanban*, mas de uma maneira geral significa: sistema de controle de fluxo de materiais, usando cartões, que tem como meta a produtividade e qualidade, interligando em um fluxo uniforme e ininterrupto todas as operações. O *kanban* tem como característica puxar a produção, e tem como funções, acionar o processo de fabricação apenas quando necessário; minimizar a formação de estoques; parar a linha para solucionar problemas; permitir controle visual do processo; entregar peças de acordo com o consumo e descobrir as fraquezas do processo.

Dentre os procedimentos que podem governar o uso do *Kanban*, o sistema de cartão único é o mais utilizado, porque é de longe o mais simples de operar. A sequência de ações e o fluxo de *Kanbans* podem, à primeira vista, parecer complicados. Entretanto, na prática seu uso (especialmente o sistema de cartão único) fornece um método transparente e simples de solicitar material, somente quando necessário e limitar a quantidade de estoque que poderia se acumular entre os estágios.

2.10 CARTÃO DE PRODUÇÃO

Essa transferência de informação da gerência para a produção é feita através dos cartões de produção, no qual após realizada a programação de curto prazo, é necessário transferir para as equipes de trabalho as informações sobre quais os serviços que deveriam ser executados na semana seguinte.

A programação semanal é informada aos operários através de cartões de produção. O cartão é gerado individualmente para cada tarefa ou para um grupo de tarefas, quando as durações destas são muito pequenas e são executadas em sequência. O uso de

cartões de produção é indicado para uma programação contínua das tarefas (OLIVEIRA, 2000).

Um exemplo do cartão de produção pode ser visualizado na FIGURA 2.3.

EQ. DE REBOCO DE TETO - RT1
Chefe de Equipe: Velardi da Silva
LOCAL: BLOCO G - 2ª LAJE
DATA:
INÍCIO PREVISTO: 30/08/2001
TÉRMINO PREVISTO: 05/09/2001
INÍCIO EFETIVADO: __/__/2001
TÉRMINO EFETIVADO: __/__/2001

LOCAL: BLOCO G - 3ª LAJE
DATA:
INÍCIO PREVISTO: 06/09/2001
TÉRMINO PREVISTO: 13/09/2001
INÍCIO EFETIVADO: __/__/2001
TÉRMINO EFETIVADO: __/__/2001

FIGURA 2.3: Exemplo de Cartão de Produção

O *kanban*, uma ferramenta no controle da produção, é constituída por um conjunto de cartões que possuem informações específicas e que estão organizadas em um quadro. À medida que a quantidade desses cartões contida no quadro diminui ou aumenta, torna-se imediatamente clara a necessidade de reduzir ou aumentar a produção.

Trata-se de um dispositivo de controle visual, mencionado por KOSKELA (1992) como uma das abordagens para a implementação da transparência. Os dispositivos visuais são intencionalmente projetados para compartilhar informações. Uma das abordagens para a implementação da transparência é a identificação de instruções e utilização de controles visuais no gerenciamento da produção. O controle visual contribui para a simplificação do processo de tomada de decisão e amplia a participação dos trabalhadores no gerenciamento das equipes de produção.

Em trabalho realizado por OLIVEIRA (2000) após a definição da programação da semana seguinte em uma reunião entre o planejador, o engenheiro e o mestre de obras, os cartões com as datas de execução eram fixados em um quadro de programação, e uma cópia de cada cartão era entregue ao chefe da equipe que executaria o serviço. Na FIGURA 2.4 apresenta-se um esquema do quadro utilizado.

SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5
Equipe A Local 1	Equipe A Local 2	Equipe A Local 3	Equipe A Local 4	Equipe A Local 5
Equipe B Local 2	Equipe B Local 3	Equipe B Local 4	Equipe B Local 5	Equipe B Local 6
Equipe C Local 3	Equipe C Local 4	Equipe C Local 5	Equipe C Local 6	Equipe C Local 7
Equipe D Local 4	Equipe D Local 5	Equipe D Local 6	Equipe D Local 7	Equipe D Local 8

FIGURA 2.4: Esquema do quadro de programação (OLIVEIRA, 2000).

Ainda no trabalho do mesmo autor, o quadro de programação disponibilizava informações referentes ao planejamento de médio e curto prazo. Os cartões eram fixados ao longo de cinco colunas que representavam a semana atual e as quatro próximas semanas. Os cartões destinados a uma mesma equipe eram dispostos em linha, facilitando a visualização da movimentação desta equipe ao longo das semanas. Apenas os cartões da semana 1 (semana atual), destacados em amarelo na figura 2.4, eram preenchidos completamente, com as datas de início e término dos serviços. Nas demais colunas os cartões indicavam somente a equipe, a tarefa e o local, e sua disposição ao longo das semanas seguia o previsto na programação de médio prazo. A determinação das datas exatas para cada serviço era feita na reunião com o mestre, onde eram programados os serviços somente para a próxima semana.

O quadro de programação é utilizado para facilitar a visualização da programação e assim melhorar o fluxo de informações. Através da disponibilização de informações pode-se ampliar a compreensão do processo de produção como um todo por parte dos operários (MENDES Jr., 1999). Ficava visível, a cada equipe, que caso ela não cumprisse a sua programação, ela estaria prejudicando a próxima equipe que estaria trabalhando naquele mesmo local na semana seguinte.

2.11 OS CONTRATOS DE CONSTRUÇÃO

Segundo GONZÁLEZ (1998), os contratos de construção podem ser divididos em dois tipos básicos: construção por empreitada e por administração. A principal diferença entre eles é a responsabilidade nominal das despesas. Na empreitada, é o construtor quem realiza as despesas, em seu nome, repassando os custos ao dono da obra em um segundo momento. Ao contrário, na administração, todos os gastos são realizados diretamente em nome do dono da obra, ainda que o construtor auxilie na cotação e compra dos materiais ou na contratação da mão-de-obra. Esta distinção é importante para a resolução de eventuais conflitos entre as partes, questões trabalhistas ou existência de danos a terceiros.

De resto, os elementos constitutivos destes contratos são semelhantes: a obra a ser feita, o preço correspondente e o consenso de vontade das partes, vínculos que surgem por acordo dos sujeitos contratantes. O preço e a vontade são elementos comuns a diversos tipos de contrato.

Com relação aos sujeitos do contrato, existem basicamente: o empreendedor, cliente ou proprietário, que contrata a construção da obra, e o que se obriga a executá-la, denominado “construtor” ou “empreiteiro”. O construtor responde tecnicamente pela obra, enquanto o empreendedor responde pelo pagamento. As partes podem ser pessoas físicas ou jurídicas, individuais ou coletivas, de ambas as partes.

O objeto do contrato de construção é a execução da obra, “obra certa” ou “parte dela”. Devem ser especificadas características que identifiquem a obra, tais como projetos, memoriais, orçamentos, especificações, prazo de execução e outros. O contrato deve fixar ou estimar os valores a serem destinados ao construtor como forma de pagamento dos seus serviços, podendo ser acertado previamente no total, em valores unitários, após o cumprimento de uma meta ou o término de uma etapa, em percentuais sobre os gastos, dependendo de ajustes e medições.

O contrato de empreitada é aquele em que o construtor faz uma determinada obra, sem subordinação ou dependência, para o proprietário, pessoalmente ou por terceiro, fornecendo mão-de-obra e materiais, ou somente mão-de-obra, por preço determinado ou proporcional ao trabalho (MILHOMENS & ALVES, 1996).

A complexidade tecnológica e gerencial dos empreendimentos tem aumentado, colocando em relevo a inadequação do sistema de contratação tradicional, caracterizado por três agentes, dois contratos e três etapas (projeto-concorrência-construção). As exigências referentes a prazos de produção, normas de qualidade e desempenho têm se intensificado, proporcionando uma ênfase crescente no desenvolvimento de novas formas de contratação e organização do empreendimento.

Os sistemas e as exigências contratuais exercem uma notável influência na gestão do empreendimento, na medida em que definem as relações contratuais e funcionais entre os agentes. Sistemas contratuais inadequados podem conduzir a acréscimos nos custos e atrasos, reivindicações e disputas, bem como perda da qualidade do investimento nos empreendimentos. A obtenção de resultados ótimos em termos de prazos, custos e qualidade demanda a seleção de sistemas contratuais compatíveis com as características técnicas do empreendimento, segundo as necessidades do cliente e do construtor (ALHAZMI e MCCAFFER, 2000).

2.11.1 O processo de contratação de obras públicas

A contratação de obras nas empresas públicas envolve diretamente o direito público e não o privado, o que modifica essencialmente a idéia de que o contrato é um acordo de vontades entre as partes. Dentro da contratação de obras públicas estabelecem-se regras que passarão a ser respeitada sem grande flexibilidade para mudanças (SANTOS et. al., 2002). Ressalvando os casos específicos da legislação em vigor as obras, serviços, mesmo de publicidade, compras, alienações, concessões, permissões e locações da empresa pública, quando contratadas com terceiros, devem passar por um processo licitatório. É o que diz o inciso XXI do artigo 37 da Constituição Federal e o artigo 2º da lei 8.666 de 1993.

A noção de licitação surge da necessidade da empresa escolher a melhor proposta para contratação de uma obra garantindo a imparcialidade nos julgamentos. Licitação é um procedimento administrativo pelo qual a empresa escolhe a proposta mais vantajosa ao interesse da organização ou cliente (EMPRESA TERRA NOVA, 2001). A licitação ocorre quando a empresa pública for contratar algum serviço, outorgar uma concessão ou uma permissão de serviço, fazer alguma compra ou mesmo vender algum dos seus bens.

Existem cinco modalidades de licitação no setor público, sendo que cada uma delas segue um processo diferente. São elas: “Concorrência”, “Tomada de Preços”, “Carta Convite”, “Concurso” e “Leilão”. As três primeiras modalidades são definidas de acordo com o preço do objeto licitado sendo os limites dos valores definidos por lei. Em relação às duas últimas modalidades, elas serão utilizadas conforme circunstâncias específicas previstas na legislação (AMARAL, 2001).

Os tipos de licitação que podem ser utilizados dentro das organizações públicas são os seguintes (LEI 8.883/94):

- ✓ *menor preço* - quando o critério de seleção da proposta mais vantajosa para a empresa pública
- ✓ determinar que será vencedor o licitante que apresentar a proposta de acordo com as especificações do edital ou convite e ofertar o menor preço;
- ✓ *melhor técnica* - quando se contrata empresas, independente do valor, pelo conhecimento que possui no serviço em referência;
- ✓ *técnica e preço* - quando se contrata a empresa que possui o menor preço com a técnica mais apropriada;
- ✓ *maior lance ou oferta* - nos casos de alienação de bens ou concessão de direito real de uso.

3 METODOLOGIA

Com o propósito de mostrar aos contratantes de obras e empresas construtoras a importância da realização de um planejamento buscando identificar e eliminar possíveis restrições no ambiente produtivo, bem como a necessidade de se realizar um planejamento “físico-financeiro formal” antes da execução de uma obra; apresenta-se neste capítulo a metodologia aplicada na realização e comparação do planejamento físico-financeiro real e um planejamento físico-financeiro racionalizado da construção de um viaduto, com prazo de entrega preestabelecido em contrato. Tendo como cenário uma empresa de pequeno porte, com quadro reduzido de funcionários e que não realizava a programação da execução de seus empreendimentos de modo formal.

O estudo de caso da presente pesquisa trata-se de uma obra pública, cuja empresa construtora vencedora da licitação para a construção da mesma possuía um prazo contratual de 4 meses para sua execução, porém acabou sendo executada em 13 meses.

A realização de um planejamento físico-financeiro real traduz-se na execução de um cronograma físico com seu respectivo fluxo de caixa, a partir de dados existentes que realmente ocorreram na realização da obra. Este planejamento foi suficientemente detalhado, possibilitando uma visão clara da realização do empreendimento.

Realizou-se também um planejamento físico-financeiro racionalizado, composto pelo planejamento físico e seu respectivo fluxo de caixa, visando a melhor alternativa tática de planejamento, a fim de equacionar os meios e procedimentos que deveriam ser utilizados para a execução da obra no seu devido tempo, bem como verificando as possibilidades de aumento de lucro.

A apresentação do método de pesquisa está dividida em três partes:

- ✓ *investigação preliminar*, que aborda como foram realizados o levantamento das atividades, suas precedências e durações reais que ocorreram na realização da obra para o desenvolvimento do cronograma real, cujas informações foram obtidas a partir de projetos executivos, orçamento, boletins diários de obra e o acompanhamento realizado na obra

- ✓ *planejamento tático*, que seria uma sugestão de planejamento formal que deveria ser realizado pela empresa construtora antes da realização da obra, no qual foram realizadas simulações para o desenvolvimento do planejamento racionalizado;
- ✓ *planejamento financeiro*, mostrando-se como foi realizado o fluxo de caixa para o cronograma real e para o planejamento racionalizado.

Devido à grande quantidade de operações que compõem o processo construtivo, no presente estudo não será dado ênfase na programação às atividades não repetitivas, realizadas na periferia da edificação. Estas atividades são fáceis de serem coordenadas e não estão vinculadas as demais, com isto não geram dependências no desenvolvimento da obra, e por consequência não afetam o prazo de entrega preestabelecido.

3.1 INVESTIGAÇÃO PRELIMINAR

A investigação preliminar teve como objetivo levantar os dados iniciais necessários para se realizar a programação racionalizada da obra, bem como a coleta dos dados reais para o desenvolvimento do cronograma real.

LAUFER e TUCKER (1987) listam vários documentos como necessários para a obtenção de informações para se realizar o planejamento, dentre eles plantas, especificações técnicas, contratos, tecnologia a ser utilizada na construção, produtividade do trabalho, equipamentos a serem utilizados, metas e dificuldades ditadas pela alta gerência. Entretanto, em uma empresa de pequeno porte, geralmente estes documentos não estão disponíveis no momento de se realizar o planejamento.

Neste trabalho as informações para a realização do cronograma real foram obtidas a partir de plantas, orçamento, boletins diários de obra e registros formais da produtividade das equipes em trabalho anterior realizado por HERNANDES (2000).

Para a realização do planejamento racionalizado foram obtidas informações a partir do cronograma real, levando-se em conta o seqüenciamento técnico das atividades com suas respectivas durações racionalizadas obtendo-se um cronograma para a conclusão da obra no prazo preestabelecido.

Na utilização de um *software* gerenciador de projetos, a identificação de quais informações é necessária é facilitada, pois o próprio *software* pede os dados básicos necessários para realizar a programação, a saber: lista das atividades; precedências e durações.

3.1.1 Definição do nível de detalhamento

Um dos determinantes da eficácia do planejamento é o nível de detalhamento no qual foi desenvolvido. Entretanto, existe uma grande confusão na definição de um grau de detalhamento adequado (LAUFER e TUCKER, 1988). O planejamento deve ser suficientemente detalhado, de forma a auxiliar a orientação de todas as atividades. Por outro lado, um planejamento excessivamente detalhado pode ter consequências indesejadas:

- ✓ elevação do custo;
- ✓ falta de uma visão clara do empreendimento;
- ✓ necessidade de uma atualização dos dados mais frequente, consumindo tempo no monitoramento e replanejamento;
- ✓ parte das informações não são baseadas em dados mas na experiência dos envolvidos, o que nem sempre conduz a estimativas precisas.

Os mesmos autores acrescentam que o nível de detalhamento deve variar com o horizonte de planejamento, crescendo com a proximidade da execução. Neste caso, para o planejamento tático, o horizonte incluiu todo o período da obra. A organização das informações foi centrada nas atividades, criando-se uma estrutura analítica denominada *WBS - Work Breakdown Structure*³. O *WBS* é um procedimento de decompor a obra em subsistemas, estabelecendo hierarquias para esta decomposição. Deste modo, as atividades no nível tático englobam as atividades criadas em níveis mais detalhados. O uso adequado de uma estrutura analítica é fundamental na simulação de cenários e apoio à tomada de decisões táticas (MENDES Jr., 1999, ASSUMPÇÃO e FUGAZZA, 1999).

³ No Brasil utiliza-se também a nomenclatura EAP – Estrutura Analítica de Projeto.

Para elaboração da lista de atividades foram utilizados os critérios apresentados por ASSUMPÇÃO (1996) para o agrupamento dos serviços:

- ✓ *agrupamento de serviços de mesma natureza* - por exemplo, neste estudo: os serviços de montagem de longarinas, pré-lajes, concretagem laje, guarda-roda e guarda corpo, etc.; estão agrupados no serviço “montagem peças estruturais do viaduto”, por serem serviços de mesma natureza e que utilizam os mesmos tipos de profissionais.
- ✓ *agrupamento de serviços de natureza diferente, porém de execução simultânea e obrigatória* - por exemplo, neste estudo: os serviços de meio fio/sarjeta, drenagem, caixa de passagem em alvenaria, calçada de concreto, etc. foram agrupadas em “serviços complementares”; embora não sejam serviço de mesma natureza é conveniente situá-los juntos, pois melhor irá representar sua distribuição no tempo.

Tanto para o cronograma real quanto para o planejamento racionalizado, organizaram-se as informações em lista de atividades, criando-se uma estrutura analítica organizada em etapas e sub-etapas, obedecendo a uma hierarquia; e para ambos os casos as atividades são de mesma espécie e estão agrupadas do mesmo modo.

3.1.2 Definição das durações e precedências

A estimativa da duração das atividades deve ser feita, sempre que possível, a partir de registros de produtividade da própria empresa. No caso de empresas construtoras de pequeno porte, geralmente este histórico é inexistente. Para este trabalho foram disponibilizados registros formais, porém incompletos, que foram documentados na própria obra em trabalho anterior realizado por HERNANDES (2000); e registros informais e incompletos dos boletins diários de obra.

Para o cronograma real foram documentadas as durações e precedências reais da própria obra, no entanto para o planejamento racionalizado a determinação das durações e precedências das atividades foram realizadas em conjunto pelo planejador e pelo engenheiro da obra. Neste ponto, deve-se estar atento às tecnologias de construção, materiais e equipamentos que serão empregados no empreendimento.

No *software* gerenciador de projetos, a lista de atividades foi organizada e dividida em quatro partes de modo a se separar as atividades repetitivas (peças pré-moldadas: *Supraestrutura*; e peças moldadas “in loco”: *Infra-estrutura* e *Mesoestrutura*) das não repetitivas (*Serviços Complementares*), conforme pode ser observado, no resumo das atividades, na FIGURA 3.1, em vermelho.

As atividades estruturais executadas no vão central e no aterro do viaduto foram divididas em atividades de concretagem e atividades de montagem (como pode ser visto na FIGURA 3.1, em azul). Deste modo, além das precedências entre atividades diferentes, também foram criadas precedências entre repetições de uma mesma atividade ao longo do eixo do viaduto. Foram utilizados conceitos da técnica de Linha de Balanço para simular a continuidade das equipes de trabalho na execução das atividades repetitivas.



	Nome da tarefa	Duração	Início	Término
1	+ SERVIÇOS PRELIMINARES	6 dias	Seg 21/8/00	Seg 28/8/00
5	+ FUNDAÇÕES / INFRAESTRUTURA	13 dias	Ter 29/8/00	Sex 15/9/00
12	- MESO ESTRUTURA	15 dias	Sex 8/9/00	Qui 28/9/00
13	+ Pilares em Concreto	9 dias	Sex 8/9/00	Qua 20/9/00
20	+ Transversinas	12 dias	Qua 13/9/00	Qui 28/9/00
23	- SUPRAESTRUTURA	57 dias	Qui 31/8/00	Qui 23/11/00
24	+ Concretagem	21 dias	Qui 31/8/00	Sex 29/9/00
37	+ Montagem Peças Estruturais	45 dias	Ter 19/9/00	Qui 23/11/00
49	+ SERVIÇOS COMPLEMENTARES	34 dias	Ter 24/10/00	Ter 12/12/00
61	ENTREGA DA OBRA	0 dias	Ter 12/12/00	Ter 12/12/00

FIGURA 3.1 - Organização da lista de atividades

Juntamente com a determinação das precedências, foram geradas as esperas ou defasagens entre as atividades. Por exemplo: a execução dos pilares era feita três a três, logo era necessária a execução de três tubulões para que se liberasse o início dos pilares. Portanto a atividade “Tubulão nº3” é precedente de “Pilar nº1”.

Após a inserção de toda a lista de atividades com suas respectivas durações e precedências, foi importante realizar uma revisão cuidadosa de todas as informações fornecidas ao *software*, devido à grande quantidade de dados e possibilidade de erro, garantindo a confiabilidade dos resultados a serem apresentados na sequência.

3.2 PLANEJAMENTO TÁTICO

As decisões de caráter tático têm abrangência sobre todo o ciclo de produção do empreendimento e visam equacionar os meios e os procedimentos que serão utilizados para executar a obra (ASSUMPÇÃO, 1996). Neste trabalho somente as decisões relacionadas diretamente com a produção foram abordadas, ou seja, aquelas tomadas no sentido de equacionar os meios e procedimentos para executar a obra no prazo de contrato.

Estas decisões envolveram definições sobre:

- ✓ datas de início e conclusão das principais fases da obra;
- ✓ plano de ataque à obra, com definição das seqüências e sentidos de execução ao longo do eixo do viaduto;
- ✓ estratégia de utilização das equipes de produção (número e tamanho de equipes);
- ✓ estratégia para compra / locação de equipamentos especiais (como grua e guindastes, por exemplo) e principais suprimentos.

Esta etapa pode ser entendida também como sendo o planejamento de longo prazo, já que possui como horizonte de planejamento a duração de toda a construção e tem como principal produto o plano mestre.

Com os dados e com o auxílio do computador, foram feitas para o planejamento racionalizado simulações de diferentes seqüências e precedências de execução, observando-se as conseqüências que cada alternativa causava na mudança das datas de início e término das fases principais da obra e na entrega do empreendimento.

Foram realizadas simulações até obter-se uma programação que atendesse às metas estabelecidas no planejamento estratégico ditado pela alta gerência da empresa, levando-se em conta equipes idênticas às utilizadas na execução do viaduto e preocupando-se em se balancear o fluxo de caixa da obra; já que se tratava de uma obra pública com prazo preestabelecido em contrato. Esta macro-programação, produto final da etapa de planejamento tático, denomina-se por plano mestre de produção.

3.3 PLANEJAMENTO FINANCEIRO

Os estudos de viabilidade financeira normalmente representam apenas uma pequena porcentagem do custo total de um empreendimento imobiliário. Contudo, eles são de vital importância, não apenas para selecionar as oportunidades de investimento que são mais convenientes, mas também para se evitarem investimentos antieconômicos e/ou mal dimensionados. As decisões tomadas nesta fase podem influir na própria sobrevivência da empresa (HOCHHEIM, 2001).

Este planejamento financeiro visa a elaboração de um fluxo de caixa permitindo uma alocação adequada dos recursos visando aumentar a segurança dos processos na obra.

A elaboração do fluxo de caixa real constou no levantamento dos fluxos de desembolsos ocorridos com materiais, equipamentos e mão-de-obra, de acordo com o cronograma físico real, juntamente com os fluxos de recebimento reais da obra comparando-os com os compromissados no contrato.

Para o fluxo de caixa racionalizado foram realizados o levantamento dos fluxos de desembolsos ocorridos com materiais, equipamentos e mão-de-obra, e recebimentos ligados às medições dos serviços executados, tomando como base a programação racionalizada da obra. Posteriormente foi realizada uma comparação dos dois fluxos de caixa.

Para a avaliação e comparação dos fluxos de caixa real e racionalizado, foi tomado como base o “Valor Presente Líquido” (VPL) de um fluxo de caixa, que é obtido pela soma de todos os valores do fluxo de caixa, trazidos para a data presente. Ou seja, desconta-se os valores futuros para a data presente e somam-se estes valores descontados ao valor que o fluxo de caixa apresenta na data inicial. Para ser viável, o projeto deve ter $VPL \geq 0$ e no caso de comparação entre duas situações, a melhor será aquela que apresentar maior VPL (HOCHHEIM, 2001).

Com as informações levantadas os proprietários da pequena empresa podem fazer suas previsões das entradas e saídas de caixa para um determinado período requerido; isso lhe permite saber antecipadamente as ações necessárias para o melhor funcionamento da sua empresa.

4 O ESTUDO DE CASO: VIADUTO CENTENÁRIO

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

A oportunidade de realização deste estudo de caso surgiu em uma empresa construtora localizada na cidade de Maringá, denominada a partir deste momento, por ética profissional, de Empresa “A”.

Esta empresa, fundada a vinte anos, mudou e desenvolveu novas técnicas e sistemas construtivos de sistemas estruturais em aço e concreto pré-moldado. Atua nos segmentos de Estruturas Metálicas Espaciais, Estruturas Metálicas Planas e Estrutura Pré-Moldadas em Concreto para os mais diversos fins, atendendo aos setores industriais, comerciais, públicos e rodoviários.

A empresa “A” disponibilizou todos os dados que possuíam para a realização deste trabalho, possibilitando também o acompanhamento da obra desde o seu início e ao longo das etapas mais repetitivas.

4.2 CARACTERIZAÇÃO DA OBRA

4.2.1 Caracterização Global da Obra

O Viaduto Centenário, localizado na avenida Guaiapó, no cruzamento com a Ferrovia (ver localização do viaduto na cidade, FIGURA 4.1) na cidade de Maringá (Noroeste do Paraná, a aproximadamente 450 km de Curitiba), é um viaduto sobre a linha férrea executado em vigas de concreto pré-moldado protendido, possuindo um vão central de 50m de comprimento e 22,20m de largura com uma área total de 2023 m².

A construção do viaduto centenário surgiu como uma opção para a melhora no fluxo no trânsito de uma região na cidade para a saída no sentido Curitiba. Hoje, o viaduto depois de pronto é utilizado como o acesso mais rápido ao terminal rodoviário para os ônibus que chegam à cidade.

A obra em questão (ver planta de situação, FIGURA 4.2), construção de um viaduto, é uma obra pública que possui um prazo máximo de execução segundo contrato de 120 dias com assinatura do contrato no dia 21/08/2000 e início da obra no dia 25/08/2000 (ver contrato no ANEXO I).

O prazo para o término da obra, segundo contrato deveria ser no dia 29/12/2000, mas, devido a várias paralisações juntamente com a falta de planejamento adequado, tanto pela empresa construtora quanto pela Prefeitura (o contratante) antes do início da obra (que será discutido no capítulo 5), a entrega só aconteceu no dia 19/09/2001. Será discutido no capítulo 5.3 as paralisações e seus motivos.

A obra foi dividida em duas etapas: primeiramente a construção do viaduto de um lado da via férrea, em um terreno pertencente ao município; seguido de outro em um terreno pertencente ao patrimônio da União, onde existia o antigo IBC (Instituto Brasileiro do Café), ver FIGURA 4.2.

O viaduto (pré-moldado) é composto de vários elementos construtivos, dentre os quais tem-se as longarinas, transversinas, placas de contenção, guarda-rodas, guarda corpos e pré-lajes; que são elementos estruturais de maior repetições na mesma. Na FIGURA 4.2 indica-se o *Tabuleiro* (onde se localizam os elementos estruturais de maior importância e repetição) que é representado em planta na FIGURA 4.3 e em corte (seção transversal do viaduto) na FIGURA 4.4.

O *Tabuleiro* é estruturado por quatro transversinas, das quais as duas mais centrais são conhecidas também como Travessas e as duas mais extremas como Encontros, como pode ser visto na FIGURA 4.3.

Na seção transversal do viaduto (FIGURA 4.4), há duas pistas de rolagem para a passagem de veículos para cada sentido, juntamente com duas passagens para pedestres.

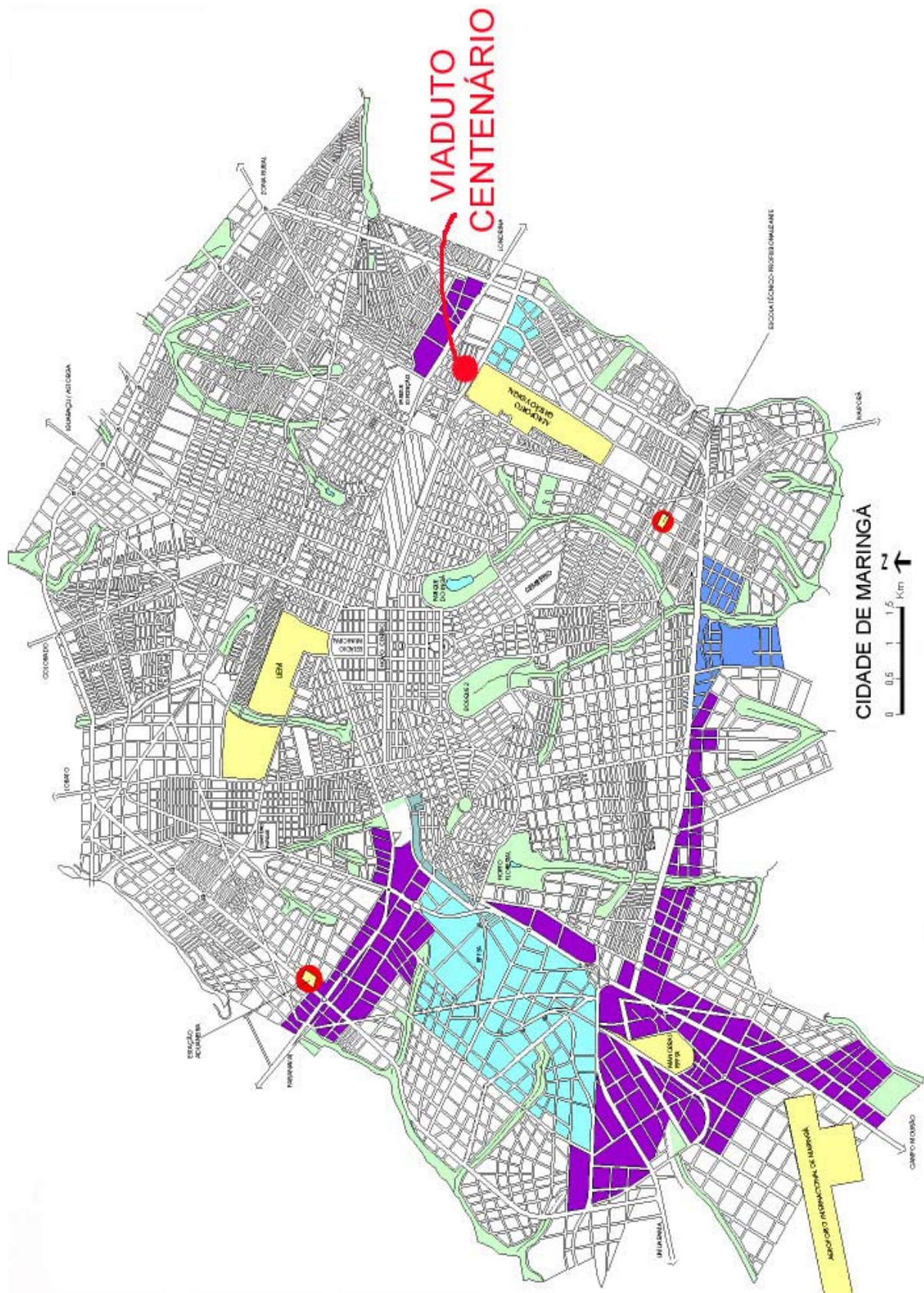


FIGURA 4.1 – Localização do Viaduto Centenário na cidade de Maringá

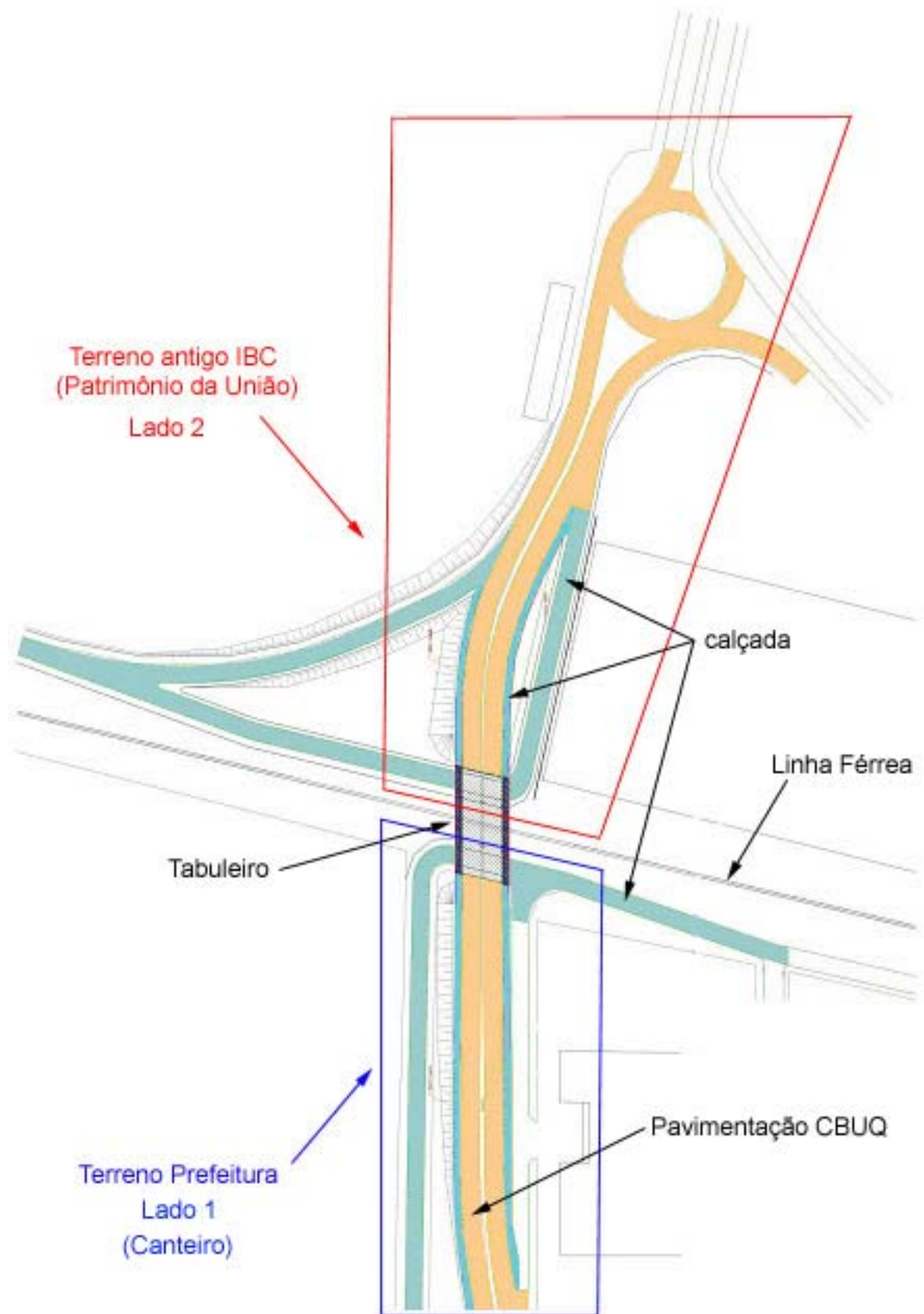


FIGURA 4.2 – Planta de Situação do Viaduto Centenário

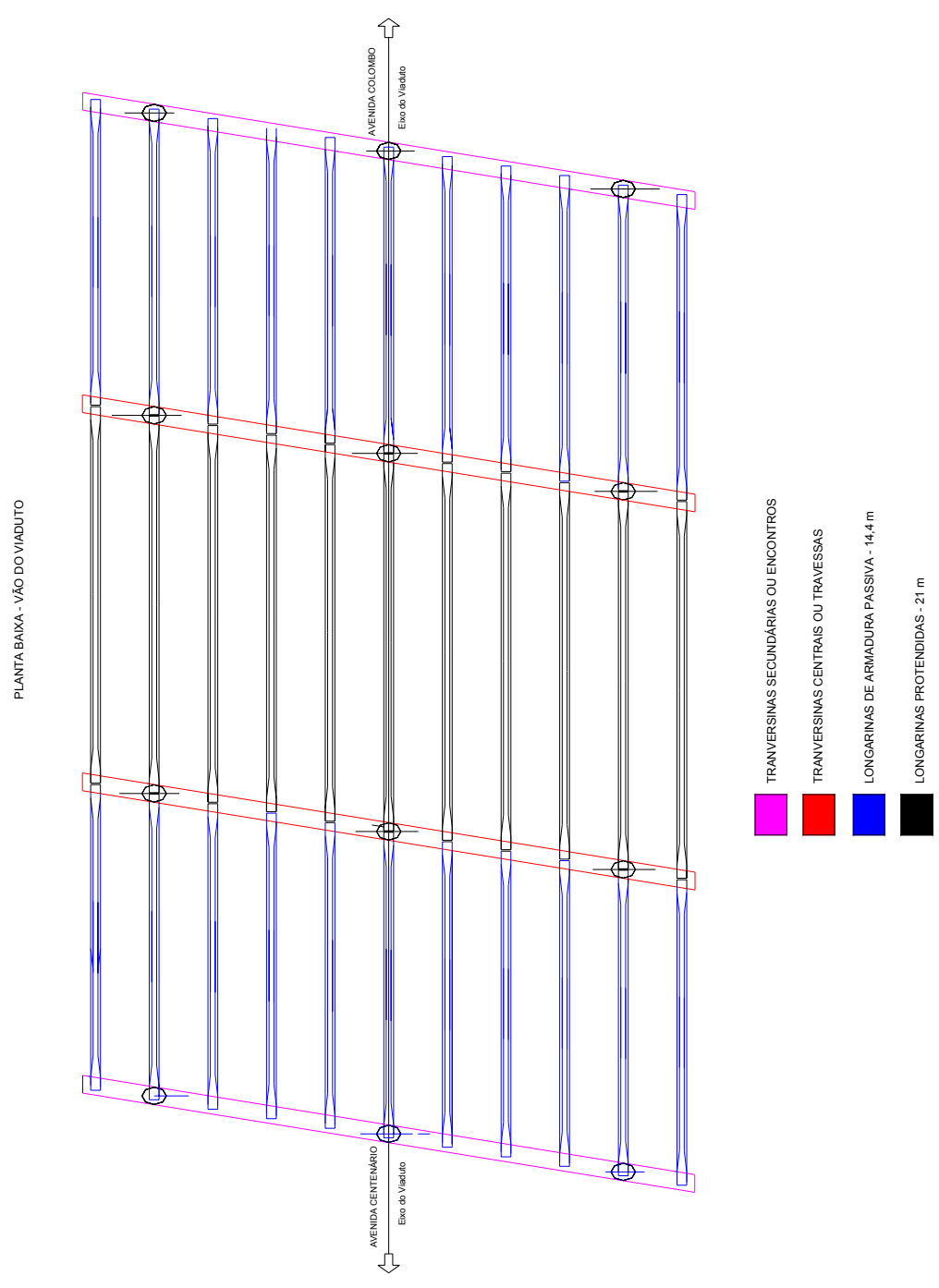


FIGURA 4.3 – Planta Baixa: Tabuleiro

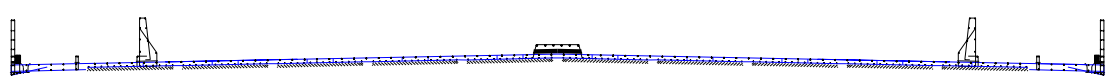


FIGURA 4.4 – Seção Transversal: Tabuleiro

4.2.2 Caracterização do Contrato

Como já foi dito anteriormente, a obra em estudo é uma obra pública com prazo de entrega preestabelecido em contrato, cujos principais itens do contrato, são (ver contrato ANEXO I):

- ✓ o valor global contratual de **R\$ 1.494.959,25**;
- ✓ o prazo de execução da obra preestabelecido em 120 dias contado a partir da data da assinatura do contrato;
- ✓ o prazo de vigência do contrato de 300 dias a partir da data da assinatura do contrato;
- ✓ aplicação de multa de 0,1% do valor contratual por dia consecutivo que exceder à data prevista para conclusão da obra;
- ✓ a contratante reserva-se o direito de acrescentar ou reduzir, se necessário, outros serviços até o limite de 25%;
- ✓ aplicação de multa à empresa contratada, no valor de 5% do valor contratual pelo inadimplemento das obrigações contratuais.

4.2.3 Apresentação do canteiro de obra

A realização de um planejamento consiste em realizar estudo de um plano de ataque que melhor se adapte as restrições existentes no ambiente da obra, ou seja, é importante a definição dos principais fluxos de materiais, para a determinação de um *lay-out* adequado, ISATTO (2000).

Para possibilitar boas condições de trabalho, o canteiro (situado no terreno da Prefeitura – LADO 1) foi subdividido em algumas áreas (como pode ser visto na FIGURA 4.5): área de formas/concretagem (placas, guarda-rodas, pré-lajes e longarinas), área de depósito dos elementos construtivos depois de desformados, escritório/instalações sanitárias, canteiro definitivo e área de concretagem das longarinas:

- ✓ *área de formas/concretagem* - local que se encontra as formas para concretagem das placas, guarda-rodas e pré-lajes com bom espaço físico para os trabalhadores, e para o acesso do caminhão de concreto possibilitando uma boa condição de trabalho.
- ✓ *área dos armadores* - bem distribuída e organizada, com um local próximo as bancadas para despejo das armaduras pelo caminhão de entrega (como pode ser visto na FIGURA 4.6), possibilitando uma boa condição de trabalho (pequeno deslocamento dos armadores).
- ✓ *área de depósito dos elementos construtivos* - área destinada ao depósito das placas, guarda-rodas e pré-lajes depois desformadas até o momento de montagem dos mesmos.
- ✓ *escritório/instalações sanitárias* - com tamanho adequado às necessidades, e as instalações sanitárias que atendem a NR-18.
- ✓ *canteiro definitivo* – espaço contíguo a uma parte da obra definitiva onde são montados os elementos construtivos.
- ✓ *área de concretagem das longarinas* - local destinado a concretagem e armazenagem das longarinas até sua montagem.

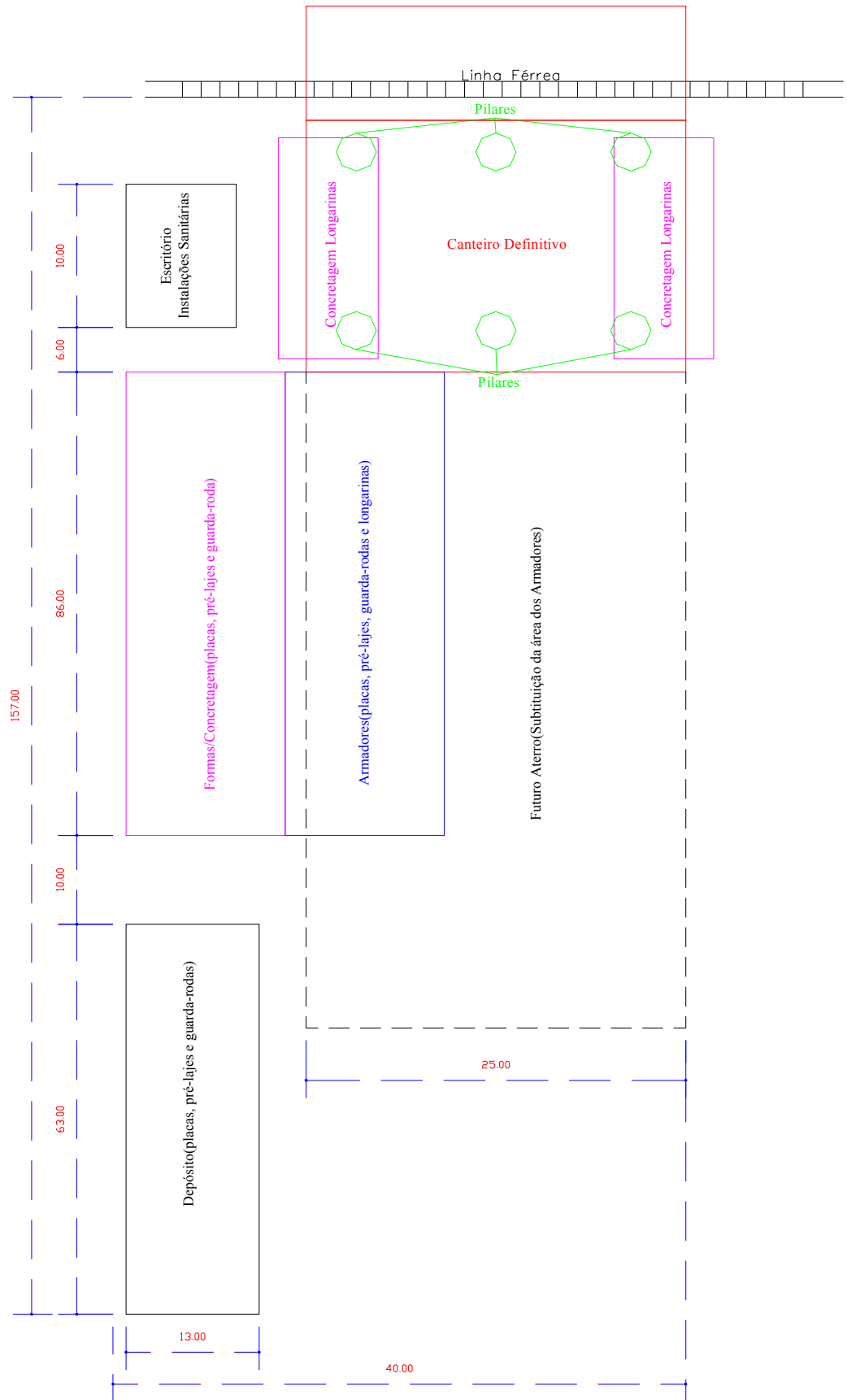


FIGURA 4.5 – Lay-out do canteiro – (cotas em metro)



FIGURA 4.6 – Entrega das Armaduras.

4.3 DESCRIÇÃO DO SISTEMA CONSTRUTIVO DO VIADUTO

4.3.1 Placas de Contenção

As placas de contenção são elementos estruturais utilizados para a formação de “cortinas de concreto atirantadas” executadas juntamente com o aterro. Sobre o aterro é executado a pavimentação para a passagem dos veículos (em laranja – FIGURA 4.2) e para o calçamento para a passagem dos pedestres (em verde – FIGURA 4.2).

A placa de contenção é formada como mostra a planta da FIGURA 4.8, possuindo um volume de $0,21\text{m}^3$ de concreto e um peso em torno de 525 Kg. Seu processo produtivo é compreendido de seis etapas como mostra a FIGURA 4.7:

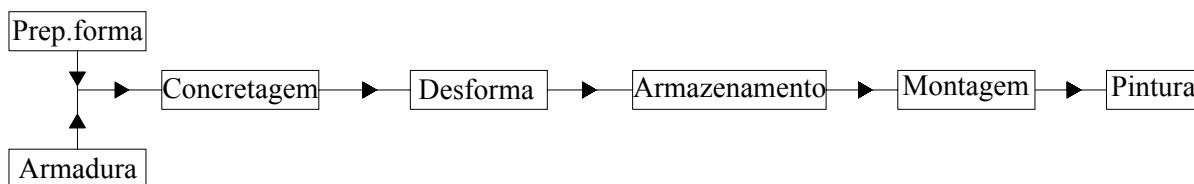


FIGURA 4.7 – Etapas de produção – placas de contenção

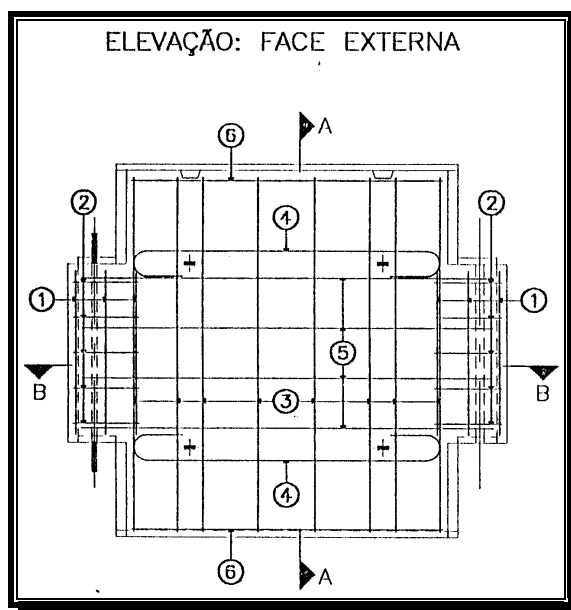


FIGURA 4.8 – Detalhe placas de contenção

4.3.1.1 Preparação das Formas

Para a confecção das placas de contenção, utilizam-se 26 jogos de formas metálicas, com chapas de 5mm de espessura composta por uma base e laterais removíveis (FIGURA 4.8 e FIGURA 4.10).

Após a forma montada é passado desmoldante (óleo diesel). Este serviço é executado de forma rápida, pois as ferramentas encontram-se localizadas próximo ao local de trabalho. A preparação (óleo diesel, armaduras e grampos) das formas é realizada por 4 serventes que preparam 13 placas em duas horas e meio de serviço.

4.3.1.2 Armaduras

As armaduras são cortadas, dobradas e amarradas por dois armadores que possuem uma meta de produção de armaduras para 26 placas por dia.

Com o objetivo de se alcançar maior produtividade foi montado um gabarito para colocação das armaduras para posterior amarração como mostra a FIGURA 4.9.

A bancada possui uma altura confortável para o trabalhador (0.90m).



FIGURA 4.9 – Preparação das Armaduras das Placas.

4.3.1.3 Concretagem

A concretagem das placas é realizada por um grupo de 2 pedreiros e 2 serventes (1 segurando o mangote do vibrador, 1 com o carrinho do vibrador e 2 distribuindo o concreto que sai do cachimbo do caminhão betoneira) com concreto usinado de 20MPa tipo bombeável, com brita 5/8”.

Das 26 formas metálicas metade é concretada no período da manhã e a outra metade no período da tarde. A concretagem das placas é feita simultaneamente com as pré-lajes e guarda-rodas pelo caminhão quando entra na área de formas/concretagem, para que ele não volte cheio e sobre concreto, como mostra a FIGURA 4.25.

Uma questão que prejudicava a concretagem das placas de contenção era o atraso do caminhão betoneira, no cumprimento do horário de entrega do concreto.

Realizaram-se várias medições de tempos da confecção das placas de contenção, que podem ser vistas no ANEXO II, obtendo-se um valor médio que será considerado futuramente no desenvolvimento do planejamento racionalizado.

4.3.1.4 Desforma

Para a desforma, o processo obedecia a seguinte regra: as placas concretadas no período da manhã eram desformadas no final da tarde do mesmo dia, já aquelas concretadas no período da tarde eram desformadas no período da manhã do dia seguinte.

O serviço de desforma é realizado por 1 pedreiro, 1 servente e pelo controlador do guincho. Na desforma, eram soltas as laterais da forma e a placa de contenção era retirada com auxílio de um guincho como mostra a FIGURA 4.10.



FIGURA 4.10 – Desforma das placas de Contenção.

Após a desforma, as placas eram armazenadas na área de depósito representado esquematicamente na FIGURA 4.5, para posterior montagem.

4.3.1.5 Montagem

Para a montagem do muro de contenção deve-se preparar o leito onde serão montadas as placas. O processo de execução do muro de contenção segue uma série de etapas que estão demonstradas na FIGURA 4.13.

A montagem de uma placa é feita por um guincho, no qual cada placa é nivelada e aprumada por 2 pedreiros como mostra a FIGURA 4.11.



FIGURA 4.11 – Montagem da Placa de Contenção.

Simultaneamente à montagem das placas é executado o aterro, e conforme se aterra, colocam-se as *fitas de aço comum galvanizado à quente* conforme FIGURA 4.12:



FIGURA 4.12 – Fitas de Contenção.

Estas fitas de aço servem como tirante, que são amarradas às placas para o suporte do aterro. Um esquema mais detalhado da montagem das placas pode ser visto na FIGURA 4.13.

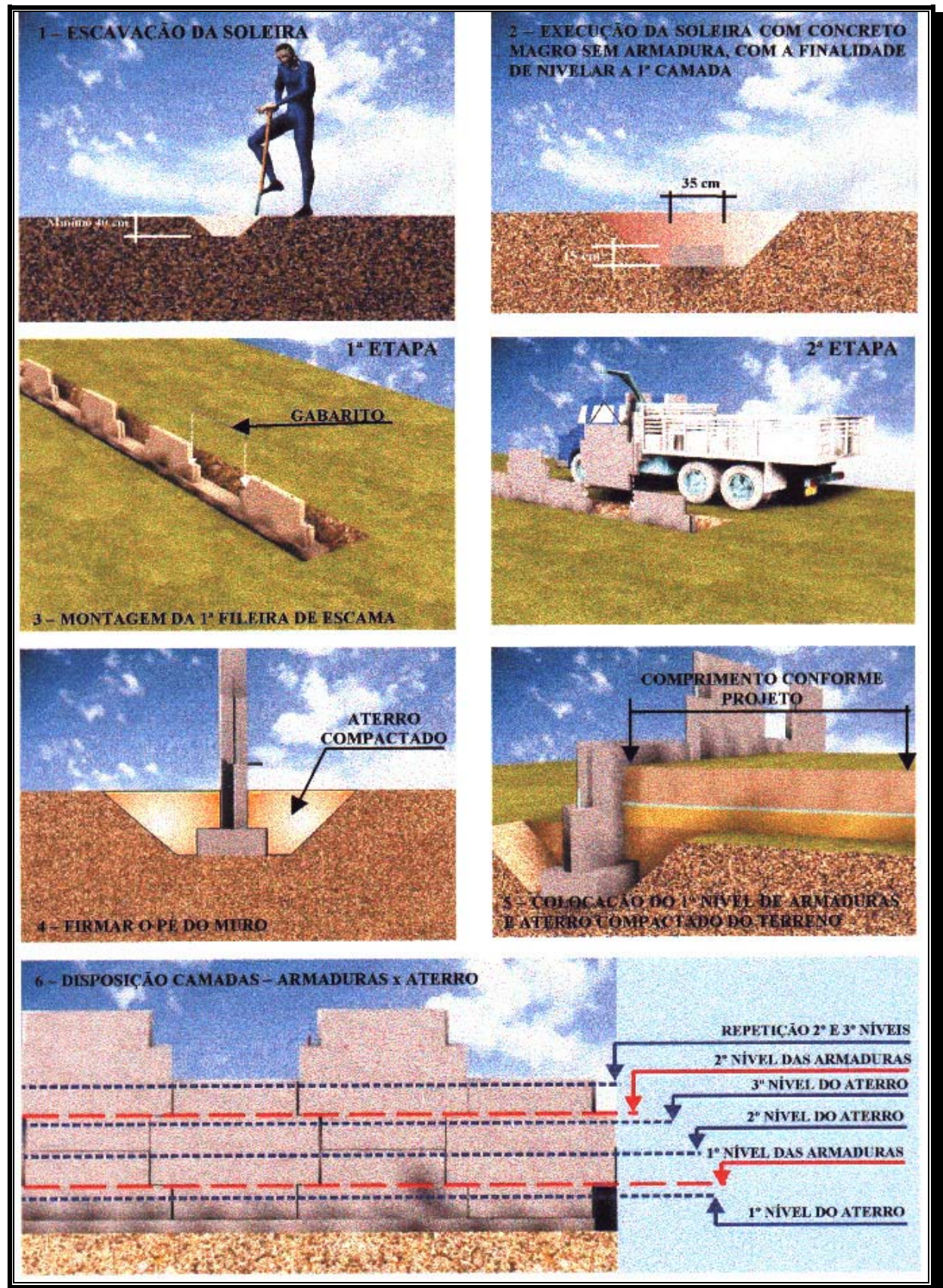


FIGURA 4.13 – Etapas para montagem das placas

Baseado nas condições construtivas apresentadas, chega-se a alguns valores médios que foram utilizados na elaboração do planejamento racionalizado, no que diz respeito às durações das atividades.

TABELA 4.1 – Produtividade placa de contenção

Placas de Contenção	
Serviço	Produtividade
Formas	0,77 h.H/placa
Armaduras	0,62 h.H/placa
Concretagem	0,63 h.H/placa
Desforma	0,15 h.H/placa
Montagem	0,50 h.H/placa

4.3.2 Longarinas

O viaduto é composto de 33 longarinas, das quais 22 são Longarinas de armadura passiva e 11 protendidas, representadas em azul e preto, respectivamente, na FIGURA 4.3.

A longarina, que é feita em série, é caracterizada como mostra a FIGURA 4.14 possuindo a longarina de armadura passiva um volume de 3m^3 e um peso de 7.500 Kg (sendo 1490 Kg de armadura) com 14.4m de comprimento real e a longarina protendida um volume de $4,4\text{m}^3$ e um peso de 11.000 Kg (sendo 2170 Kg de armadura) com 21m de comprimento real.



FIGURA 4.14 – Caracterização da Longarina.

O processo de produção das longarinas compreende seis etapas como mostra a FIGURA 4.15.

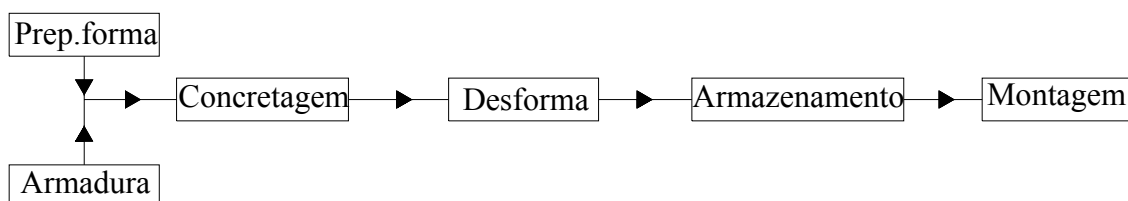


FIGURA 4.15 – Etapas de Produção – Longarinas

4.3.2.1 Armadura

A armadura da longarina passiva é composta por barras com ϕ 25mm mais 109 jogos com 3 estribos cada jogo de ϕ 10mm resultando em um peso de 1.490 Kg de aço CA50, já as longarinas protendidas são compostas de cordoalhas engraxadas.

Os armadores das longarinas são contratados por regime de sub-emprego por produção, sendo que a equipe é formada por 6 armadores (3 responsáveis por corte e dobra e 3 responsáveis pela montagem das mesmas).

Na FIGURA 4.17 está representada a armadura depois da montagem pronta para receber a forma.



FIGURA 4.17 – Armadura das Longarinas.

4.3.2.2 Preparação das Formas

As formas são metálicas com chapa de 5mm de espessura. A forma é composta de 8 partes (4 partes cada lado) que são unidas com parafuso como pode ser vista nas FIGURAS 4.16 e 4.18. A base da forma é de chapa de compensado (maderit comum) que nas primeiras longarinas era revestido com óleo diesel e depois se resolveu encapá-las com plástico, por não serem do tipo plastificada.

As formas são limpas com uma vassoura para remoção do pó e depois é passado desmoldante (óleo diesel). Utilizaram-se como espaçadores isopor, pedaços de mangueira plástica e pastilhas de concreto.

Para preparação da forma de uma longarina (montagem, nivelamento, aprumada e colocação das armaduras) são necessários 6 pedreiros em quatro horas de serviço. A execução do leito (base) é feita por 2 carpinteiros em 4 horas. A FIGURA 4.16 mostra a forma pronta para a concretagem.



FIGURA 4.16 – Forma pronta para a concretagem

4.3.2.3 Concretagem

A longarina é concretada com 2cm de contra-flecha com concreto usinado tipo bombeável de 25MPa. Nas primeiras concretagens a longarina estava sendo concretada em duas camadas com britas diferentes (a primeira camada com brita 5/8” e a segunda com brita 1”) em função do custo, entretanto, percebeu-se que ficaria mais barato no geral o uso de uma só camada com brita 5/8” (em função dos espaços entre as armaduras).

Um fator que afetava o andamento da concretagem das longarinas era o atraso do caminhão betoneira, no cumprimento do horário de entrega do concreto, (em média o atraso do caminhão era de 45 minutos) fazendo com que os funcionários ficassem parados esperando o caminhão e invadissem a hora extra.

Outro problema constatado durante a concretagem das longarinas era de falta de prática dos trabalhadores para a execução do serviço (mão-de-obra inexperiente), juntamente com a falta planejamento no canteiro de obra que resultava no espaço físico insuficiente para que o cachimbo do caminhão betoneira chegasse até a longarina como mostram as FIGURAS 4.18 e 4.19.



FIGURA 4.18 – Espaço físico mal planejado para a concretagem



FIGURA 4.19 – Falta de planejamento para a entrada do caminhão

Realizaram-se várias medições de tempos de concretagem das longarinas, que podem ser vistas no ANEXO II, obtendo-se um valor médio que será considerado futuramente no desenvolvimento do planejamento racionalizado.

Após a concretagem tem-se a cura do concreto como está na FIGURA 4.20.



FIGURA 4.20 – Longarina durante a cura do concreto

4.3.2.4 Desforma

A desforma da longarina é realizada no dia seguinte da concretagem, com o auxílio de um guincho e uma equipe de 3 pedreiros em 30 minutos de trabalho.

Após a desforma é realizado um tratamento da superfície e a longarina permanece no local que foi concretada até sua montagem, como ilustra a FIGURA 4.21.



FIGURA 4.21 – Longarina após a desforma

Na concretagem das duas primeiras longarinas, a falta de prática dos funcionários acarretou no não procedimento com a parte elétrica, pois ligaram o vibrador com pólo invertido e quase o queimou (caso tivesse queimado, teria um equipamento a menos e afetaria a produtividade).

As longarinas permanecem no mesmo local de concretagem até a sua montagem, a qual foi realizada com o auxílio de um Guindaste.

Baseado nas condições construtivas apresentadas, chega-se a alguns valores médios que foram utilizados na elaboração do planejamento racionalizado, no que diz respeito às durações das atividades.

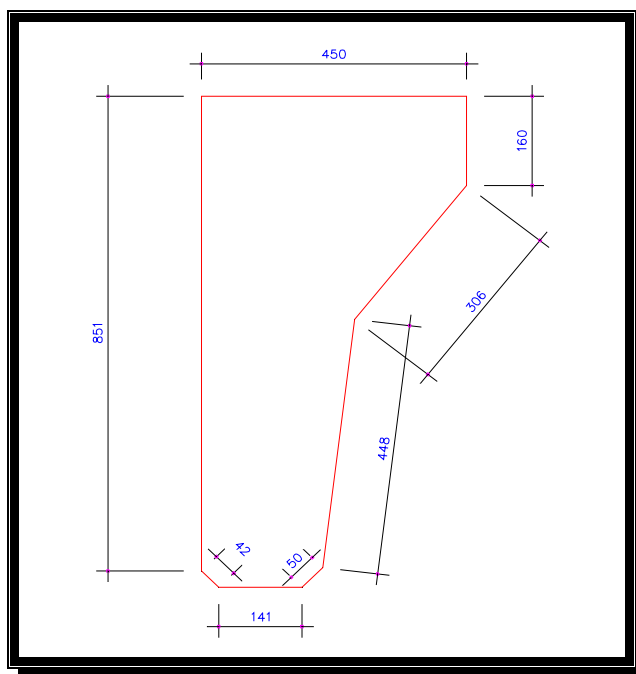
TABELA 4.2 – Produtividade Longarina

Longarinas	
Serviço	Produtividade
Formas	32 h.H/longarina
Armaduras	48 h.H/longarina
Concretagem	2,69 h.H/longarina
Desforma	1,5 h.H/longarina
Montagem	0,72 h.H/longarina

Na FIGURA 4.31 têm-se as longarinas após a montagem.

4.3.3 Guarda-Roda

São elementos estruturais utilizados para a separação da pista de rolagem para o local de passagem dos pedestres. O guarda-roda é formado como mostra a FIGURA 4.22, possuindo dois tipos de formas diferentes: de 2,5m e 3,0m de comprimento, possuindo um volume de $0,65\text{m}^3$ e $0,80\text{m}^3$ respectivamente, com um peso aproximado de 1625Kg e 2000Kg respectivamente.

**FIGURA 4.22** – Seção transversal da forma do guarda-roda (cotas em mm)

A processo produtivo da execução dos guarda-rodas compreende seis etapas como mostra a FIGURA 4.23.

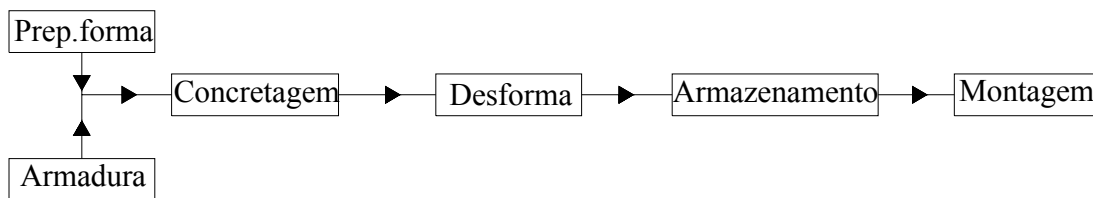


FIGURA 4.23 – Etapas de produção - Guarda-roda

4.3.3.1 Preparação das Formas

As formas são metálicas com chapa de 5mm de espessura. Na forma de cada guarda-roda são colocadas outras duas formas para a confecção de dois nichos na peça, como mostra as setas vermelhas da FIGURA 4.24.



FIGURA 4.24 – Concretagem do Guarda-Roda

As formas são limpas com uma vassoura para remoção do pó, e é passado óleo diesel na mesma. A preparação das formas é realizada por 4 serventes. Utilizaram-se como espaçadores isopor, pedaços de mangueira plástica e pastilhas de concreto.

4.3.3.2 Armaduras

As armaduras são cortadas, dobradas e amarradas por um trabalhador que possui uma meta de produção de armaduras para 4 guarda-rodas por dia.

A bancada para confecção das armaduras possui uma altura confortável para o trabalhador, 1,0 m.

4.3.3.3 Concretagem

A concretagem dos guarda-rodas é feita por um grupo de 2 pedreiros e 2 serventes (1 segurando o mangote do vibrador, 1 com o carrinho do vibrador e 2 distribuindo o concreto que sai do cachimbo do caminhão betoneira) com caminhão de concreto usinado de 20MPa (poderia usar 15 MPa, mas é para aproveitar o caminhão que vem para concretar as placas) tipo bombeável com brita 5/8”.

Das quatro formas metálicas (duas de 2,5m e duas de 3,0m) são concretadas metade no período da manhã e metade no período da tarde. São concretados 4 guarda-rodas por dia, ou seja, 11 m lineares de guarda-rodas.

Realizaram-se várias medições de tempos de concretagem dos guarda-rodas, que podem ser vistas no ANEXO II, obtendo-se um valor médio que será considerado futuramente no desenvolvimento do planejamento racionalizado.

A concretagem dos guarda-rodas é executada simultaneamente com as pré-lajes e placas, como mostra a FIGURA 4.24 e 4.25, pois quando o caminhão entra na área de formas/concretagem e para que ele não volte cheio e sobre concreto, a concretagem é feita de uma só vez; logo, como no caso das placas de contenção um fator que prejudicava a concretagem dos guarda-rodas era o atraso do caminhão betoneira, no cumprimento do horário de entrega do concreto.

4.3.3.4 Desforma

Os guarda-rodas que são concretados no período da manhã são desformados no final da tarde do mesmo dia, já os concretados no período da tarde são desformados no período da manhã do dia seguinte. A desforma é realizada com o auxílio de um guincho.

Após a desforma os guarda-rodas são armazenados na área de depósito representado esquematicamente na FIGURA 4.5.

Baseado nas condições construtivas apresentadas, chega-se a alguns valores médios que foram utilizados na elaboração do planejamento racionalizado, no que diz respeito às durações das atividades.

TABELA 4.3 – Produtividade Guarda-Roda

Guarda - Rodas		
Serviço	Produtividade 2,5m	Produtividade 3,0m
Formas	0,02 h.H/peça	0,025 h.H/peça
Armaduras	2,0 h.H/peça	2,4 h.H/peça
Concretagem	0,26 h.H/peça	0,39 h.H/peça
Desforma	0,02 h.H/peça	0,025 h.H/peça
Montagem	0,35 h.H/peça	0,35 h.H/peça

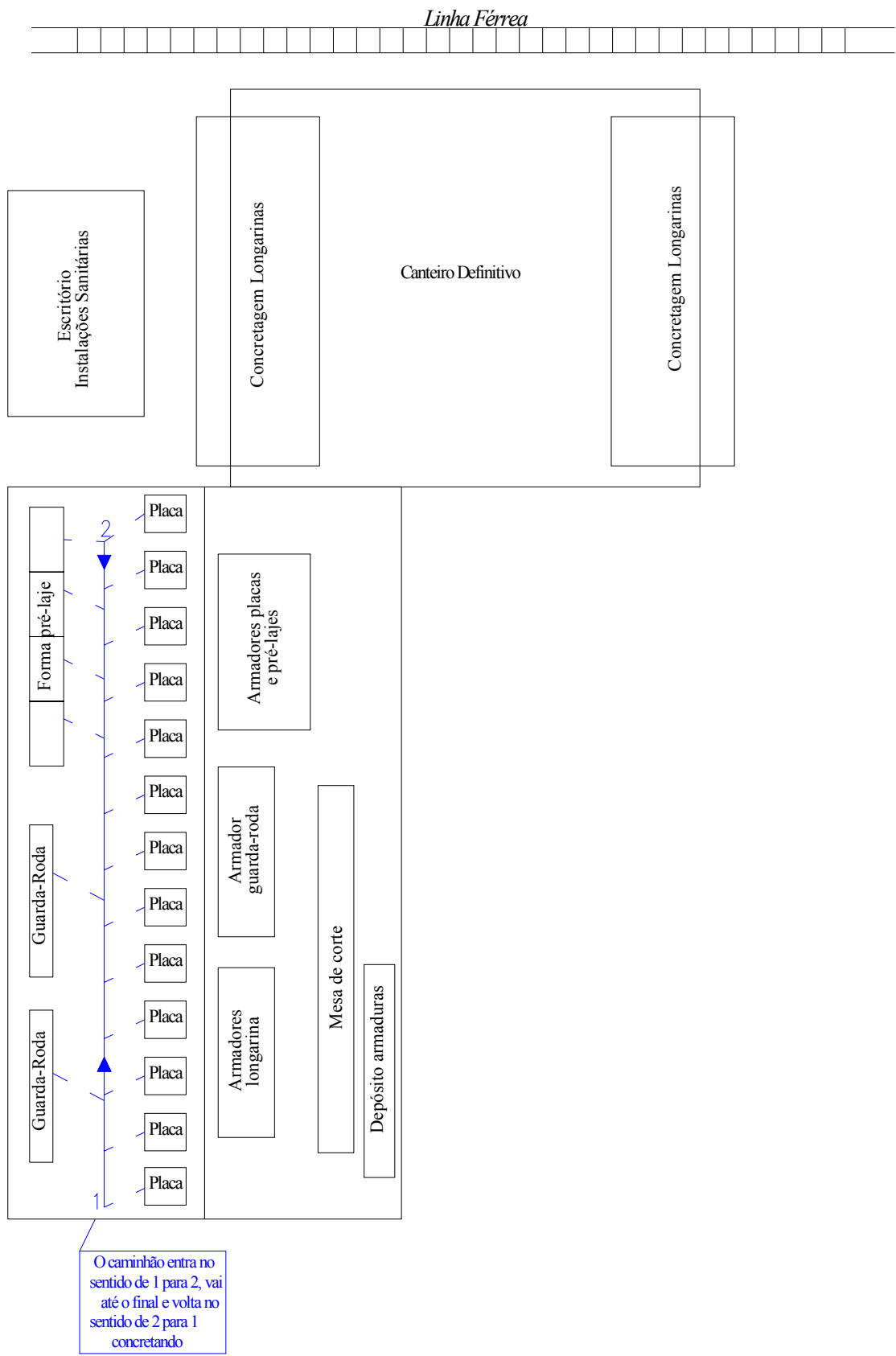


FIGURA 4.25 – Concretagem simultânea das Placas, Guarda-Rodas e Pré-Lajes

4.3.4 Transversina

O viaduto é composto por quatro transversinas, das quais as duas centrais também podem ser chamadas de “Travessas” e as duas secundárias de “Encontros”, que podem ser vistas na FIGURA 4.3. Após o termino da execução dos pilares era executada as transversinas, que era um elemento estrutural moldado-in-loco, por possuir um peso de aproximadamente 44t e o único a não ser realizado com forma metálica, e sim maderit plastificada.

A transversina é formada como mostra a FIGURA 4.27, possuindo 20,80m de comprimento, um volume de 17,6m³ de concreto, com um peso aproximado de 44000Kg (sendo 9770 Kg de armadura passiva).

A processo de produção das transversinas compreende quatro etapas como mostra a FIGURA 4.26.

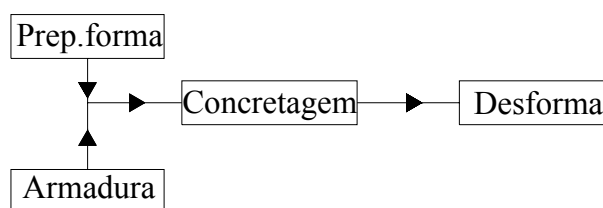


FIGURA 4.26 – Etapas de produção – Transversina

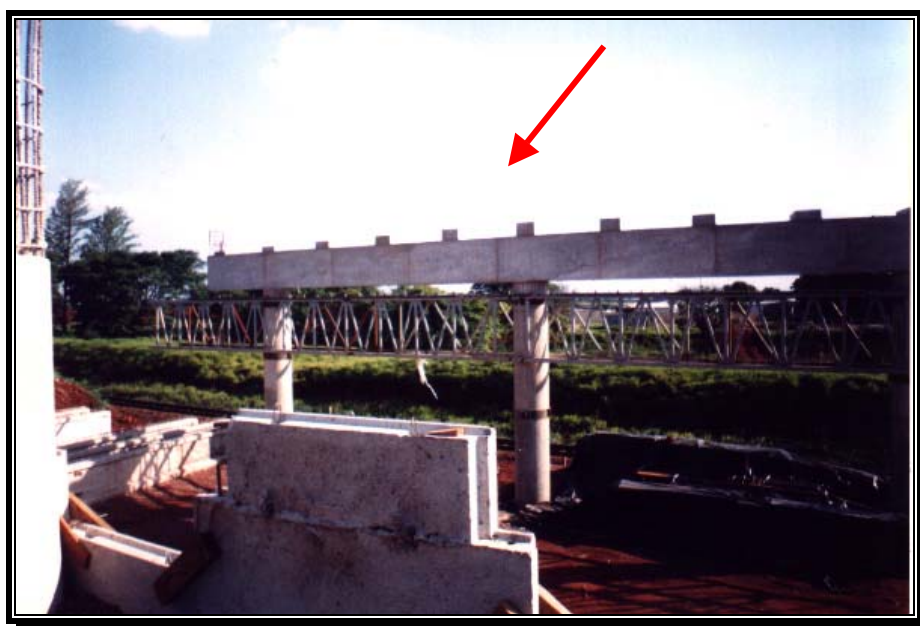


FIGURA 4.27 – Vista da transversina depois da desforma

A preparação da forma (em maderit plastificada) de uma transversina tem duração média de 16 horas de serviço, sendo executada por uma equipe com 5 carpinteiros; já para a armadura, cinco armadores levam um dia de serviço para dobrar (6 horas) e transportar a armadura (2 horas) até o local onde seria montada.

As concretagens foram executadas no local havendo desperdício de tempo, demorando em média 4 horas para concretar cada transversina, com o auxílio de 5 pedreiros, pois veio três vezes o mesmo caminhão com 5m³ de concreto mais uma vez com 2,6m³ de concreto, sendo que poderia ter demorado menos se as concretagens fossem feitas com dois caminhões em rodízio. Nas concretagens foi utilizado concreto usinado tipo bombeável de 25MPa com brita 5/8”.

Após a cura do concreto é executada a desforma da Transversina que é realizado por 5 carpinteiros.

Baseado nas condições construtivas apresentadas, chega-se a alguns valores médios que foram utilizados na elaboração do planejamento racionalizado, no que diz respeito às durações das atividades.

TABELA 4.4 – Produtividade Transversina

Transversinas	
Serviço	Produtividade
Formas	80 h.H/transv.
Armaduras	40 h.H/transv.
Concretagem	20 h.H/transv.
Desforma	30 h.H/transv.

Na FIGURA 4.31 têm-se as transversinas depois de pronta.

4.3.5 Pré-Laje

A pré-laje é uma placa retangular com um metro de comprimento e um volume de 0,08m³ de concreto, com um peso aproximado de 200Kg.

Seu processo de produção compreende seis etapas como mostra a FIGURA 4.28.

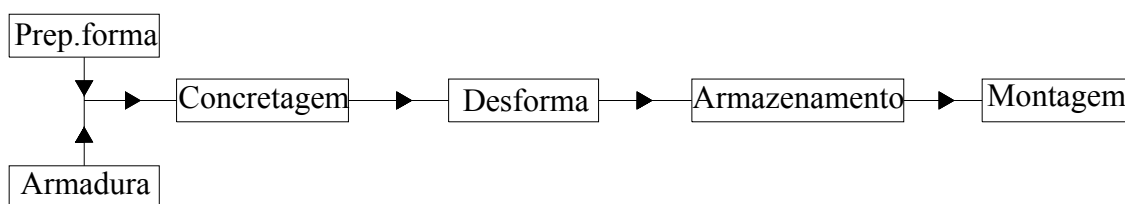


FIGURA 4.28 – Etapas de Produção – Pré-Laje

Para a confecção das pré-lajes, utilizam-se quatro jogos de formas metálicas, com chapas de 5mm de espessura.

A forma é limpa e passada desmoldante. A limpeza e a preparação são feitas de forma rápida, pois as ferramentas encontram-se localizadas próximo ao local de trabalho. A preparação (óleo diesel, armaduras) das formas é realizada por 4 serventes. A armadura é cortada, dobrada e amarrada por dois armadores.

Para sua concretagem é utilizado concreto usinado de 20MPa (poderia usar 15 MPa, mas, para aproveitar o caminhão que vem para concretar as placas e não sobrar concreto, foi adotado o uso de 20 MPa) tipo bombeável com brita 5/8”.

Após a desforma, as pré-lajes eram armazenadas na área de depósito representado esquematicamente na FIGURA 4.5, esperando a montagem que é executada por um guincho.

Na tabela a seguir, apresentam-se alguns valores médios que foram utilizados na elaboração do planejamento racionalizado, no que diz respeito às durações das atividades.

TABELA 4.5 – Produtividade Pré-Laje

Pré - Lajes	
Serviço	Produtividade
Formas	0,2 h.H/peça
Armaduras	0,2 h.H/peça
Concretagem	0,05 h.H/peça
Desforma	0,1 h.H/peça
Montagem	0,3 h.H/peça

4.4 VIADUTO CENTENÁRIO APÓS A CONCLUSÃO DA OBRA

A seguir, têm-se algumas fotos do Viaduto Centenário após a conclusão da obra.



FIGURA 4.29 – Vista do Viaduto Centenário



FIGURA 4.30 – Vista Vão Central – Passagem Linha Férrea

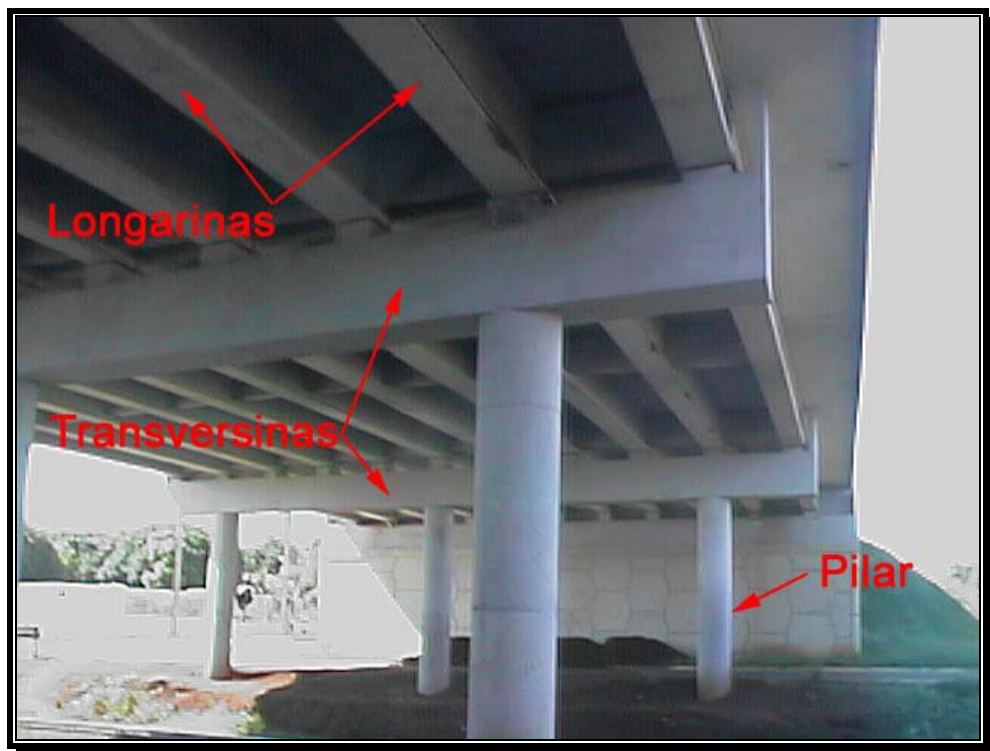


FIGURA 4.31 – Vista Vão Central – Tabuleiro



FIGURA 4.32 – Vista Placas de Contenção

4.5 AVALIAÇÃO DAS ATIVIDADES DO CANTEIRO

Como pôde ser observado na *Descrição do Sistema Construtivo* apresentado, o fornecimento de materiais foi um fator que prejudicou bastante o andamento de algumas atividades. Na maioria das vezes, o atraso do caminhão de concreto era, em média, de 45 minutos, fazendo com que os funcionários ficassem parados esperando o caminhão e invadissem a hora extra (já que a maior parte das concretagens eram realizadas no final da tarde).

Após a chegada do caminhão de concreto, os funcionários realizavam as concretagens das peças o mais rápido possível para poder ir embora (já que estavam invadindo a hora extra e não recebiam a mais da empresa construtora por tal fato), e não conferiam se o *slump* do concreto recebido conferia com a ordem de compra, resultando em algumas vezes o concreto estar muito seco e não descia do cachimbo do caminhão, fato que era solucionado fazendo com que um funcionário subisse na forma da peça a ser concretada para puxar o concreto com uma enxada, causando um aumento das atividades que não agregam valor ao produto final; como pode ser visto na FIGURA 4.25. A variabilidade, neste caso, refere-se à variação nas características dos materiais entregues. A variabilidade tende a aumentar o tempo de ciclo, bem como a parcela de atividades que não agregam valor.

Houve problema com o fornecedor de material para aterro, que para o fornecimento de material para o LADO 2 atrasou várias vezes fazendo que o serviço levasse mais tempo para ser concluído, atrasando as atividades subseqüentes e fazendo com que os funcionários, para que não ficassem parados esperando a chegada do material, trabalhassem neste período em outro serviço, causando o aumento da variabilidade da mão-de-obra no canteiro. Tal fato pode ser observado na comparação da duração das atividades nº 67 (Aterro – LADO 1) e nº 77 (Aterro – LADO 2) no cronograma real, ANEXO IV. Essas descontinuidades nas tarefas são tempos improdutivos que prejudicam o aprendizado.

Tais fatos surgiram pela falta de postura de cobrança por parte da empresa com os fornecedores de materiais. A empresa construtora deveria fazer um contrato com os fornecedores de materiais salientando *quebra de contrato* ou *multa* quando do atraso na entrega de materiais ou pela entrega de produtos não conforme com o pedido de compra (causando atraso na obra), pois a existência de variações nos fluxos de recursos e insumos que

abastecem a produção é resultado de um ambiente incerto e a redução dos efeitos da incerteza se constitui um passo importante para a diminuição das perdas na construção.

Na concretagem das transversinas, houve desperdício de tempo resultado pela falta de planejamento do processo executivo, pois durante as concretagens vieram três vezes o mesmo caminhão com 5m³ de concreto, e mais uma vez com 2,6m³, sendo que poderia ter demorado menos se as concretagens fossem feitas com dois caminhões em rodízio.

Para estas questões apresentadas, a redução do tempo de ciclo pode ser alcançada através da redução da parcela de atividades que não agregam valor, ou seja, minorar as atividades que não agregam valor, através da sincronização e padronização dos materiais entregues pelos fornecedores, bem como seus fluxos dentro do canteiro proporcionando a continuidade das operações. O fornecedor de material, também, deve mostrar que é organizado e que se preocupa com o prazo de entrega da obra, bem como com a consideração dos requisitos do cliente (empresa construtora) antes da execução de algumas operações fazendo com que se reduza a interferência nas atividades de fluxo.

A falta de prática na execução da concretagem de alguns trabalhadores no início da obra e o espaço físico insuficiente para que o cachimbo do caminhão betoneira chegasse até a longarina como mostra nas FIGURA 4.18 e 4.19 faziam com que as atividades levassem mais tempos para serem realizadas. Neste caso, a ausência de controle no processo gera problemas como a baixa implementação do valor final. Após tal fato, a empresa percebeu que um bom “lay-out” do canteiro de obras seria muito importante para o sucesso de sua obra, portanto foi novamente estudado para que pudesse ter o melhor fluxo possível. Neste caso, o estudo e elaboração de um arranjo físico do canteiro que minimizasse distâncias entre locais de descarga de materiais e seu respectivo local de aplicação, podem reduzir a parcela das atividades de movimentação.

5 ELABORAÇÃO DO PLANEJAMENTO

Como parte do planejamento temos a programação de obras, e para a realização de uma programação de obra que atenda às necessidades e limitações de uma empresa, no que diz respeito a prazo de conclusão da obra, foi utilizado o *software Microsoft Project 2000*.

O procedimento de cálculo e execução da programação no *software* baseia-se no modelo Diagrama de Rede ou Diagrama de Precedências, sendo as atividades criadas na forma de blocos interligados formando uma rede.

Para realização de um planejamento de obra adequado, não é suficiente somente a aplicação de conceitos e ferramentas gerenciais, são necessárias informações iniciais que garantam a fidelidade deste perante a realidade da execução da obra, tais como projetos bem executados e detalhados, correta análise dos projetos, especificações técnicas, escolha da tecnologia adequada, previsão da disponibilidade de recursos, estimativa da duração das atividades, dentre outros.

Através da realização de um estudo preliminar, ocorre o levantamento das atividades que constituirão o projeto, bem como suas precedências e a estimativa de suas durações.

5.1 ESTUDO PRELIMINAR

5.1.1 Levantamento dos dados iniciais

A essência do planejamento é a coleta de dados para a tomada de decisão, entretanto, o profissional responsável pelo planejamento das obras na empresa geralmente encontra dificuldades na coleta dos dados necessários (LAUFER e TUCKER,1988).

Como já foi citado anteriormente, vários são os materiais necessários para a obtenção de informações para realizar o planejamento. Entretanto, no caso de uma pequena empresa, nem todas as informações estão formalmente documentadas, como por exemplo a

produtividade das equipes de trabalho. Além disso, também é comum iniciarem-se os serviços no canteiro de obras sem que todos os projetos estejam prontos.

Como não existe um profissional responsável pelo planejamento e as atividades da gerência são desenvolvidas em curto espaço de tempo, torna-se difícil alocar tempo para a execução do planejamento durante a construção do empreendimento, quando ocorre uma preferência pela atenção a operações rotineiras. Em virtude disso, o planejamento em uma empresa de pequeno porte, quando este é realizado, deve ser feito no menor prazo possível, com as poucas informações disponíveis, contrariando as recomendações feitas por praticamente todos os autores já citados.

O levantamento das informações para a realização do planejamento físico-financeiro real e do planejamento racionalizado, juntamente com as alternativas táticas de planejamento que vieram a seguir, realizou-se, além do acompanhamento e medições na obra, através de algumas reuniões, várias trocas de informações via *e-mail* e telefonemas com o engenheiro da empresa entre o mês de Setembro/2001 a Janeiro/2002, lembrando que a obra foi entregue no dia 19 de Setembro de 2001.

Para a definição das atividades a serem programadas, teve-se um cuidado extremo diante das mais críticas tendo como fonte básica o orçamento, os projetos executivos e a experiência vivida na obra. Na TABELA 5.1, tem-se um resumo dos dados do orçamento que foram disponibilizados ao autor (planejador) que serviu para o direcionamento das principais atividades. A estrutura dos itens encontrada no orçamento foi feita através do *software Excel*.

O levantamento dos dados referente ao fluxo financeiro foi disponibilizado pela empresa através da folha de pagamento de mão de obra, relação de compra de materiais, controle da empresa de medição dos serviços executados e já recebidos, cópia do contrato feito com a Prefeitura, orçamento da obra e custo real da obra.

TABELA 5.1 – Dados do Orçamento

ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UN	QUANT.
1.0	MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO		
1.1	Mobilização e desmobilização	vb	1,00
2.0	TERRAPLENAGEM		
2.1	Escavação, carga e transporte de material de jazida	m³	34.190,00
2.2	Aterro compactado 100% P.N.	m³	26.300,00
3.0	PAVIMENTAÇÃO		
3.1	Brita graduada 100% PM	m³	1.989,60
3.2	Capa de CBUQ Espessura 3,5 cm	m²	6.230,00
3.3	Capa de CBUQ Espessura 5,0 cm	m²	7.034,00
3.4	Demolição e transporte	m²	280,00
3.5	Imprimação CM-30	m²	13.264,00
3.6	Pintura de ligação com emulsão RR-1C (AP)	m²	13.264,00
3.7	Regularização compactação subleito 100% PN (A)	m²	14.590,40
4.0	INFRAESTRUTURA:		
4.1	TUBULÃO A CEU ABERTO COM BASE ALARGADA		
4.1.1	Escavação	m³	106,75
4.1.2	Fornecimento e montagem de armadura em aço CA-50A	kg	10.312,50
4.1.3	Fornecimento e lançamento de concreto fck 25 Mpa.	m³	139,17
5	MESO ESTRUTURA		
5.1	PILARES EM CONCRETO		
5.1.1	formas para pilares	m²	122,53
5.1.2	Fornecimento e montagem de armadura em aço CA-50A	kg	3.139,50
5.1.3	Fornecimento e lançamento de concreto fck 25 Mpa.	m³	36,73
5.2	ENCONTROS DE VIADUTO		
5.2.1	formas	m²	86,67
5.2.2	Fornecimento e montagem de armadura em aço CA-50A	kg	3.110,00
5.2.3	Fornecimento e lançamento de concreto fck 25 Mpa.	m³	34,18
5.3	TRAVESSAS		
5.3.1	formas	m²	108,27
5.3.2	Fornecimento e montagem de armadura em aço CA-50A	kg	11.680,00
5.3.3	Fornecimento e lançamento de concreto fck 25 Mpa.	m³	61,67
6	SUPRA ESTRUTURA		
6.1	VIGAS COM ARMADURA PASSIVA		
6.1.1	formas	m²	687,50
6.1.2	Fornecimento e montagem de armadura em aço CA-50A	kg	22.000,00
6.1.3	Fornecimento e lançamento de concreto fck 25 Mpa.	m³	64,17
6.2	VIGAS PROTENDIDAS		
6.2.1	formas	m²	458,33
6.2.2	Fornecimento e montagem de armadura em aço CA-50A	kg	10.750,00
6.2.3	Fornecimento e lançamento de concreto fck 25 Mpa.	m³	42,78
6.2.4	Materiais e serviços de proteção	vb	1,00
6.3	APARELHOS DE APOIO		
6.3.1	neoprene	un	66,00
6.4	TRANSVERSINAS		
6.4.1	formas	m²	215,83
6.4.2	Fornecimento e montagem de armadura em aço CA-50A	kg	2.741,67
6.4.3	Fornecimento e lançamento de concreto fck 25 Mpa.	m³	23,33
6.5	PRÉ-LAJES		
6.5.1	formas	m²	916,67
6.5.2	Fornecimento e montagem de armadura em aço CA-50A	kg	4.220,83
6.5.3	Fornecimento e lançamento de concreto fck 25 Mpa.	m³	44,23
6.5.4	Montagem	m²	259,00
6.6	CANTEIRO CENTRAL		
6.6.1	formas	m²	129,17
6.6.2	Fornecimento e montagem de armadura em aço CA-50A	kg	250,00
6.6.3	Fornecimento e lançamento de concreto fck 25 Mpa.	m³	6,25
6.7	LAJE		
6.7.1	Fornecimento e montagem de armadura em aço CA-50A	kg	22.000,00
6.7.2	Fornecimento e lançamento de concreto fck 25 Mpa.	m³	229,17
6.7.3	Acabamentos	m²	916,67
7.0	SERVIÇOS COMPLEMENTARES		
7.1	BARREIRAS TIPO NEW JERSEY		
7.1.1	formas	m²	668,45
7.1.2	Fornecimento e montagem de armadura em aço CA-50A	kg	3.845,83
7.1.3	Fornecimento e lançamento de concreto fck 25 Mpa.	m³	98,08
7.2	SUORTE DE PAINEL		
7.2.1	formas	m²	334,58
7.2.2	Fornecimento e montagem de armadura em aço CA-50A	kg	907,50
7.2.3	Fornecimento e lançamento de concreto fck 25 Mpa.	m³	37,69
7.3	PAINEL LATERAL		
7.3.1	formas	m²	768,33
7.3.2	Fornecimento e montagem de armadura em aço CA-50A	kg	1.400,00
7.3.3	Fornecimento e lançamento de concreto fck 25 Mpa.	m³	35,00
7.4	LAJE DE TRANSIÇÃO		
7.4.1	Fornecimento e montagem de armadura em aço CA-50A	kg	5.333,33
7.4.2	Fornecimento e lançamento de concreto fck 25 Mpa.	m³	22,00
7.5	COMPLEMENTOS		
7.5.1	Calçada de concreto Fck 15 Mpa e=5,0 cm	m²	1.350,00
7.5.2	Enleivamento	m²	4.500,00
7.5.3	Execução de grade metálica de proteção.	m²	251,00
7.5.4	Meio fio / Sarjeta	ml	3.000,00
7.5.5	Pintura com Super Conservado P.	m²	3.000,00
7.5.6	Remanejamento de poste de transmissão	un	15,00
7.5.7	Fornecimento e instalação de postes de iluminação pública h=6,50 m.	un	6,00
7.5.8	Luminárias Philips SRC 612-1250-24	un	6,00
7.5.9	Projektor HLF 432 externo 250w vapor de sódio	un	8,00
7.5.10	Lâmpada vapor de sódio 250 w / 220 v	un	14,00
7.5.11	Reator 250 w v.s. com ignitor	un	14,00
7.5.12	Fio 2,50 mm2	un	450,00
7.5.13	Fio 4,00 mm2	m	350,00
7.5.14	Fio 10,00 mm2	ml	200,00
7.5.15	Mangueira marrom 3/4" e=2,5 mm	ml	250,00
7.5.16	Tubo F.G. 40 mm x 6,00 m	un	5,00
7.5.17	Luva F. G. 40 mm	un	10,00
7.5.18	Curva F. G. 40 mm x 90°	un	2,00
7.5.19	Fita Isolante 20,00m	un	6,00
7.5.20	Caixa Padão Copel CN	un	1,00
7.5.21	Contacto 3 tb - 46	un	1,00
7.5.22	Relê Célula Fotoelétrica	un	1,00
7.5.23	Caixa de passagem 30x30x30 em alvenaria	un	1,00
7.5.24	Haste de Terra d = 13 x 2400 mm	un	3,00
7.5.25	Disjuntor 3x40 A	un	1,00
7.5.26	Conjunto DZ 4 A completo	un	1,00
7.5.27	Remoção de cerca de alambrado h = 2,00m	ml	562,00
8.0	MURO DE ARRIMO		
8.1	Fornecimento de formas, materiais e consultoria	m²	1.280,00
8.2	Fornecimento e lançamento de concreto fck 20 Mpa , armadura e montagem	m²	1.280,00
8.3	Regularização e compactação de subleito 100% PN (A)	m²	601,00
9.0	DRENAGEM		
9.1	Tubulação de drenagem de águas pluviais em concreto ø 40 mm	ml	140,00
9.2	Tubulação de drenagem de águas pluviais em concreto ø 60 mm	ml	300,00
9.3	Caixa de ligação em concreto 60x40	un	10,00
9.4	Boca de Lobo	un	20,00
10.0	SINALIZAÇÃO HORIZONTAL		
10.1	Faixa setor triangular	m²	10,80
10.2	Faixa divisória / borda (aplicação mecânica)	m²	350,00
10.3	PARE, com retenção e faixa contínua	m²	21,60
11.0	SINALIZAÇÃO VERTICAL		
11.1	Placas	un	36,00

5.1.2 Elaboração da lista de atividades

Com o objetivo de realização de um planejamento tático, evitou-se um detalhamento excessivo para a elaboração da lista de atividade a serem programadas.

Na preocupação de elaboração de uma lista de atividades eficiente e ao mesmo tempo simplificada, a lista de atividades foi organizada e dividida em quatro partes de modo a separar as atividades repetitivas (peças pré-moldadas: *Supraestrutura*; e peças moldadas “in loco”: *Infra-estrutura* e *Mesoestrutura*) das não repetitivas (*Serviços Complementares*), obedecendo sobretudo a hierarquia de execução. Diante dessa divisão realizou-se o agrupamento dos serviços de acordo com sua natureza, como apresentado anteriormente no capítulo 3.

Para a elaboração da lista de atividades do cronograma real (que realmente ocorreram na realização da obra) foram separadas as atividades para cada lado do viaduto, uma vez que elas não ocorreram no mesmo período, pois não houve a execução em duas frentes de serviços em virtude da morosidade na liberação de um dos terrenos, fato que será discutido posteriormente.

Como se trata de uma obra simétrica para a realização das principais atividades, foi realizado um planejamento racionalizado com uma lista de atividades somente para um lado do viaduto, levando-se em conta a execução do empreendimento com duas frentes de serviços simultâneas.

A listagem final resultou em 98 atividades para o cronograma real (ANEXO IV) e 60 atividades para o cronograma racionalizado (ANEXO V), juntamente com as durações e precedências entre as atividades. O número de atividades do cronograma real é muito superior ao do cronograma racionalizado, devido ao fato que no cronograma racionalizado leva-se em conta a execução da obra em duas frentes de serviço simultâneas, bastando então representar as atividades apenas para um lado, contudo, as atividades apresentadas tanto no cronograma real quanto no racionalizado são atividades da mesma espécie, agrupadas do mesmo modo em cada cronograma: *Serviços Preliminares*, *Infraestrutura*, *Mesoestrutura*, *Supraestrutura* e *Serviços Complementares*.

Tanto para o cronograma real quanto para o planejamento racionalizado, as atividades são da mesma espécie e estão agrupadas do mesmo modo.

5.1.3 Durações das atividades e suas precedências

A documentação das durações e precedências das atividades que realmente ocorreram na realização da obra, para o cronograma real, foi realizada tomando por base: as produtividades dos principais serviços observados na obra durante sua execução (apresentadas no capítulo 4), o diário de obra e em reuniões com o engenheiro da empresa.

Para a estimativa da duração das atividades a serem usadas no planejamento racionalizado, foi realizado uma racionalização das produtividades reais da obra. Estes índices eram distorcidos devido aos fatores já comentados no item 4.5, resultados pela falta de planejamento. Vale lembrar que se trata de uma obra cujo prazo de execução não poderia superar 120 dias.

Para a determinação das precedências do planejamento racionalizado, foi realizada uma revisão das precedências reais entre as atividades que ocorreram na realização da obra, feita em conjunto entre o autor (planejador) e o engenheiro da obra levando-se em conta duas frentes de serviços. Foram utilizadas para o planejamento racionalizado as mesmas precedências reais da obra, baseando-se no seqüenciamento lógico dos processos de trabalho apresentado na FIGURA 5.1. As atividades em vermelho na FIGURA 5.1 referem-se às atividades críticas para a realização do empreendimento.

Como já citado anteriormente e mostrado na FIGURA 3.1, as atividades estruturais foram divididas em atividades de concretagem e atividades de montagem, pois com exceção das placas de contenção todas as demais atividades repetitivas deveriam concluir sua concretagem para posterior montagem de uma só vez.

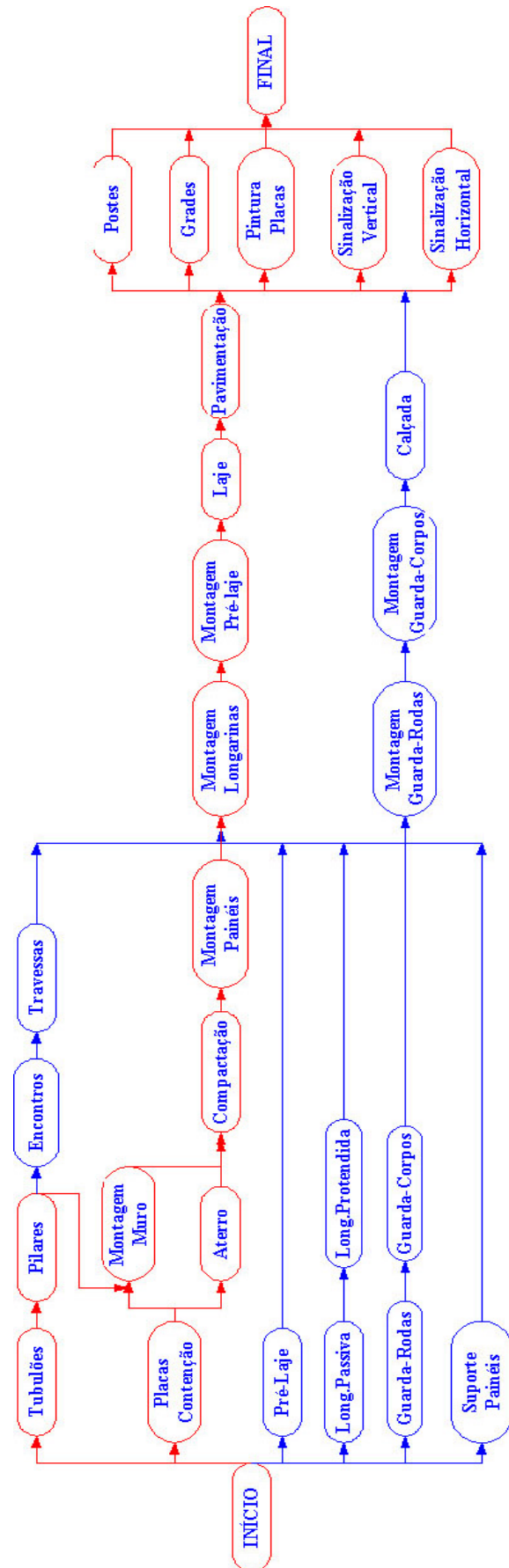


FIGURA 5.1 – Sequência lógica das atividades do viaduto

5.2 CONSIDERAÇÕES INICIAIS DE UTILIZAÇÃO DO *SOFTWARE*

Ao iniciar um novo projeto no *MS Project 2000*, este solicita a data de início do mesmo. Caso esta não seja indicada, o programa irá reconhecer a data atual como a inicial. A execução do projeto em questão teve seu início programado para 21/08/2000.

Outras opções são de grande significância para o projeto, por influenciarem no cálculo de datas e na caracterização das atividades. Abaixo, são descritos os procedimentos executados de maior importância para o entendimento do processo realizado.

- a) *Definição do período de trabalho*: é necessária a vinculação das atividades a um calendário específico, que determina o período de trabalho diário, os dias úteis de trabalho na semana e os dias não úteis, como fins de semana e feriados. O programa oferece três modelos prontos, sendo que existem ainda as opções de criação de um novo calendário e de edição de um dos modelos existentes. Para o cronograma real, apenas foi documentado o período real de trabalho, ou seja, todos os dias e a carga horária trabalhada na execução real da obra; para o planejamento racionalizado, optou-se pela utilização do modelo padrão, que rege os fins de semana como dias não úteis e uma jornada semanal de 40 horas de trabalho, adicionando-se a este, apenas os feriados previstos para o período de projeto como dias não úteis.
- b) *Tipo de restrição de data*: permite a configuração de tarefas que possuam uma data específica de início ou de término, em muitos casos diferentes das calculadas pelo programa.
- c) *Tipo de dependência entre as tarefas*: determina o tipo de relação de uma atividade e sua(s) predecessora(s), caracterizado em 4 tipos.
 - ✓ Término a Início (TI);
 - ✓ Início a Início (II);
 - ✓ Término a Término (TT);
 - ✓ Início a Término (IT).

Devido ao fato do projeto ter sido agendado a partir da data de início (poderia ter sido fixada sua data de término), o *MS Project* atribui às atividades a relação de término a início, ou seja, a tarefa vai ser iniciada após o término de todas suas predecessoras.

De forma a atingir o melhor seqüenciamento da execução das atividades, permitindo também uma maior continuidade das equipes de trabalho através do conceito de “Linha de Balanço”, foram utilizados, no decorrer da execução do planejamento, vários dos tipos de relação de dependência mencionados, sendo estes apresentados no planejamento racionalizado (ANEXO V).

5.2.1 Entrada de Dados

A entrada dos dados do projeto é realizada através do preenchimento de planilhas, onde os primeiros dados a serem inseridos são os referentes às colunas “Nome da tarefa”, “Duração” e “Predecessoras”, informações que já devem estar definidas pelo gerente do projeto, como se pode observar na FIGURA 5.2.

Ao realizar a entrada destas informações, o programa calcula as datas de início e de término das atividades, apresentadas também em colunas. O *MS Project* possui também como padrão a visualização do Gráfico de Gantt, gerado automaticamente durante a entrada de dados. Este diagrama de barras realizado pelo *software*, pode ser observado na mesma FIGURA 5.2, na qual nota-se a Linha de Balanço na atividade *Tubulão*.

Com os dados prontos, fez-se necessário analisar as ferramentas organizacionais que o programa proporciona ao usuário, pois, em projetos que envolvem um grande número de atividades, resultando em redes complexas, a visualização destes torna-se extremamente complicada ao gerente do projeto. Desta maneira, quanto maior o grau de organização, mais facilidade o usuário terá em avaliar o andamento do projeto. Agrupar as tarefas de maneira conveniente, proporcionando maiores facilidades de visualização significa melhor entendimento do processo de planejamento.

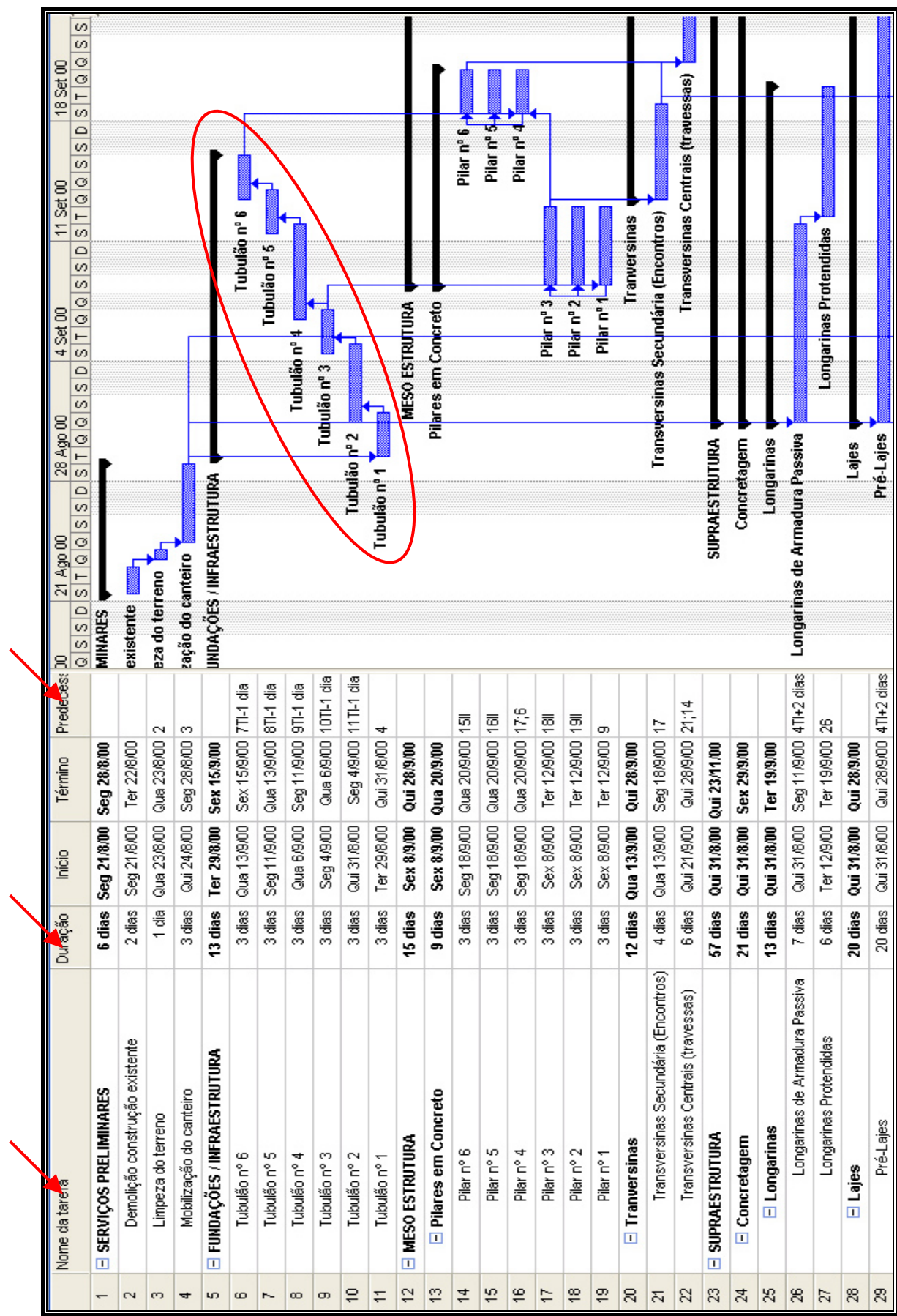


FIGURA 5.2 - Entrada de dados e a realização do Diagrama de barras no software

Após a inserção de toda a lista de atividades com suas respectivas durações e precedências, realizou-se uma revisão cuidadosa de todas as informações fornecidas ao *software*, devido à grande quantidade de dados e possibilidade de erro.

Neste momento, já é possível para o planejamento, verificar se o prazo total da obra indicado pelo *software* está ou não dentro do limite da data de entrega desejada.

5.3 O PLANEJAMENTO TÁTICO

Tendo como objetivo principal, mostrar a importância e a necessidade de se realizar o planejamento antes da execução de um empreendimento, buscando identificar e eliminar possíveis restrições no ambiente produtivo, bem como a realização de um planejamento formal do processo produtivo antes da execução de uma obra; apresenta-se a seguir o planejamento real (cronograma real da obra, ou seja, como a obra foi realizada) e o desenvolvimento de um planejamento tático racionalizado, para comparação com o real, que seria uma sugestão de planejamento formal para a realização da obra em estudo.

5.3.1 O Planejamento Real

Como já foi dito anteriormente, a obra em questão possuía um prazo máximo de execução segundo contrato de 120 dias com assinatura do contrato no dia 21/08/2000 e início da obra no dia 25/08/2000. O prazo para o término da obra, segundo contrato deveria ser no dia 29/12/2000, mas, devido a várias paralisações resultadas, que serão comentadas a seguir, juntamente com a falta de planejamento formal do processo produtivo antes do início da obra só aconteceu no dia 19/09/2001.

Para elaboração do cronograma real no *software*, foi realizada a documentação de todos os serviços, com base na lista de atividades pré-definida anteriormente, que realmente ocorreram na realização da obra no seu devido tempo. Para este registro foi levado em conta todos os períodos de paralisação da obra e os dias extras de trabalho (finais de semana).

Foram várias as paralisações que ocorreram durante a execução da obra:

- ✓ de 31/08/2000 – 04/09/2000: paralisação devido ao excesso de chuva na obra e devido a um desentendimento entre a Prefeitura do Município e a ALL (América Latina Logística – concessionária responsável pelo transporte ferroviário no local), o qual impediu a execução dos trabalhos, alegando que a construção do viaduto atrapalhando o transporte ferroviário;
- ✓ de 20/12/2000 – 20/03/2001: devido a um conflito entre a Prefeitura do Município e o patrimônio da União. A obra é constituída de um separador físico (linha férrea), onde de um lado o terreno é pertencente à Prefeitura e do outro é pertencente à União, local onde se localizava o antigo Instituto Brasileiro do Café (IBC), FIGURA 5.3. A Prefeitura acreditava que com apenas um decreto municipal poderia desapropriar um terreno pertencente à União, e diante desta complicação juntamente com a demora da liberação do terreno em Brasília; o terreno só foi liberado, para continuação da obra, no dia 20/03/2001, tal fato impediu o início da frente de serviço de um lado do viaduto;
- ✓ de 17/08/2001 – 04/09/2001: devido a morosidade da Secretaria de Transportes da Prefeitura do município na definição do projeto de sinalização do viaduto. Nesta época, a obra já se encontrava praticamente pronta, restando apenas os serviços de sinalizações Verticais e Horizontais para a conclusão da mesma, como pode ser visto na FIGURA 5.4.

Tais fatos prejudicaram muito o desenvolvimento contínuo da obra. A falta de planejamento por parte da contratante (prefeitura), no ambiente produtivo prejudicou notoriamente a continuidade da execução da obra, prejudicando a empresa; pois como a obra possui um valor global de contrato fixo, a demora na realização das atividades leva ao conseqüente atraso no recebimento.

Antes da liberação para o início da execução dos serviços, a contratante deve buscar identificar e eliminar as possíveis restrições existentes no ambiente produtivo, pois o processo de análise de restrições possibilita o aumento da continuidade das operações no canteiro e conseqüente aumento da segurança do processo produtivo como um todo. São exemplos de fontes de restrições para a obra em estudo como: a não disponibilidade do espaço físico para que a empresa construtora pudesse dar continuidade na execução da obra, o projeto inacabado, a falta de comunicação prévia à empresa responsável pelo transporte ferroviário no

local, no que diz respeito a impossibilitar o transporte em um certo período da execução da obra, dentre outros.

O gerente de produção, por parte da empresa construtora, também deve analisar futuros problemas que possam vir a prejudicar o andamento de seu trabalho.

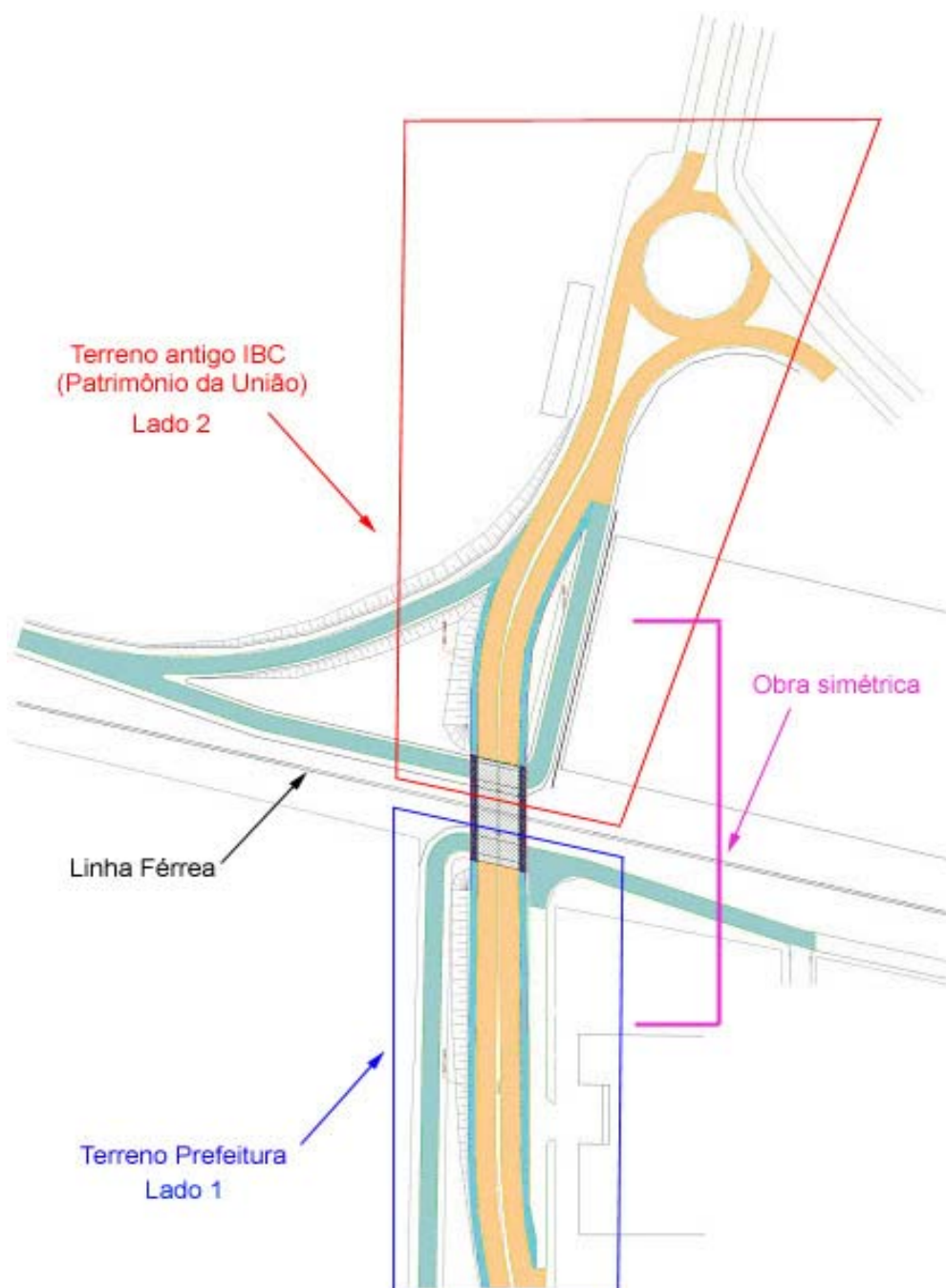


FIGURA 5.3 – Situação dos Terrenos antes da construção



FIGURA 5.4 – Situação do viaduto a espera do projeto de sinalização

Para a execução da obra no prazo preestabelecido seria necessária a realização da obra em duas frentes de serviços, aliado com a realização de um planejamento formal do processo produtivo antes do início do empreendimento. Mas, como o desenvolvimento real da obra não ocorreu em duas frentes de serviço, adotou-se uma convenção de cores para permitir uma melhor visualização das atividades executadas em cada lado do viaduto: as atividades pertencentes ao **Lado 1** (terreno da Prefeitura – local de início da obra) foram representadas em azul e as demais, pertencentes ao **Lado 2** (terreno do antigo IBC) em vermelho como pode ser observado na FIGURA 5.3 e 5.5.

A demora para a liberação do terreno do LADO 2, além de provocar paralisações no andamento da obra e impedir a execução de outra frente de serviço, fez com que a empresa definisse uma meta de produzir a maioria das peças estruturais pertencentes ao LADO 2 no LADO 1 para posterior transporte. Tal fato fazia com que a empresa construtora produzisse alguns elementos estruturais do LADO 2, antes de sua liberação, para que ocorresse medição dos serviços executados e conseqüente recebimento. Portanto, esta medida fez com que aumentasse o número de passos de um serviço e junto a ela aumentasse também atividades de inspeção e movimentação, tendo como conseqüência disso o aumento de custos no sistema de produção associados com as atividades que não agregam valor ao produto final. Este custo adicional foi pago pela empresa construtora, não sendo repassado para a contratante.

A não realização de um planejamento formal do processo produtivo (seqüenciamento e duração das atividades, controle de materiais, equipamentos, dentre outros) por parte da empresa construtora foi um dos fatores responsáveis pela não realização da obra no prazo preestabelecido, juntamente, é claro, com as restrições que afetaram o andamento da obra, como já citado anteriormente.

A falta de planejamento na execução de certas atividades pode dar origem ao retrabalho, como é o caso da atividade nº 89 (Pintura das Placas de contenção com Superconservado - retrabalho) do cronograma real, pois foi realizada a atividade nº 88 (Pintura das Placas de contenção) ao término do LADO 1 do viaduto e deixado para realizar no LADO 2 após 7 meses. Em 7 meses, as placas do LADO 1 estavam sujas e pichadas por vândalos e o produto utilizado do LADO 1 já não se fabricava mais, logo se teve que refazer a pintura do LADO 1 juntamente com a do LADO 2 para a entrega da obra. Tais atividades poderiam ser executadas de uma só vez por um custo mais baixo, se houvesse um planejamento antes de sua execução.

De forma a apresentar o cronograma real, no ANEXO IV tem-se o cronograma com as principais etapas e sub-etapas da obra; e com o objetivo de proporcionar uma melhor visualização possível. Foi utilizada uma escala de tempo ajustada em dias dentro do gráfico de *Gantt*, de acordo com a duração das atividades.

Baseado no cronograma real foi elaborado um fluxo de caixa real que será apresentado posteriormente, no item 5.4.1.

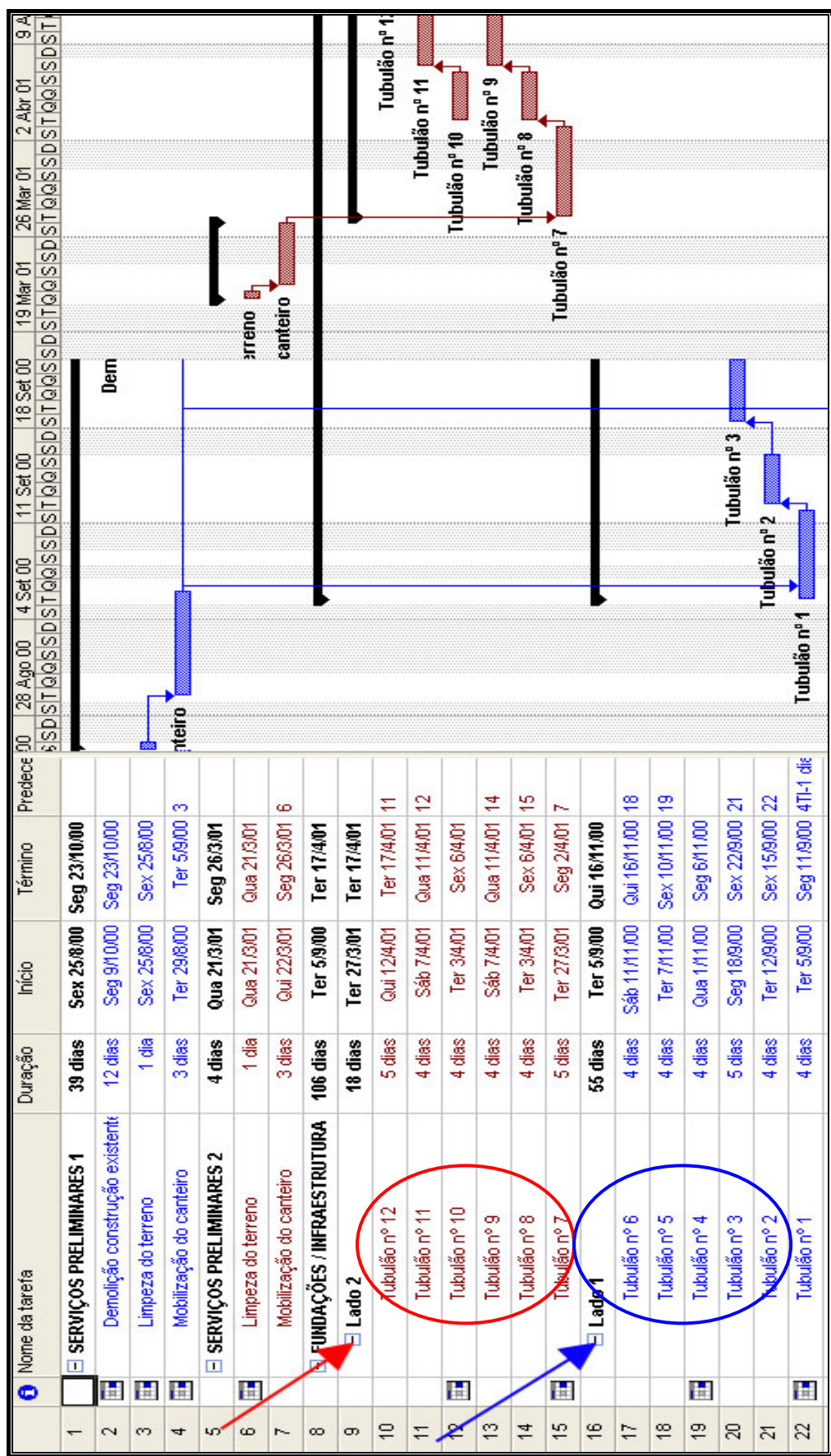


FIGURA 5.5 – Convenção de cores para os serviços de cada lado do viaduto

Como propósito alvo deste trabalho, apresenta-se a seguir o planejamento racionalizado que visa atender a entrega da obra no prazo preestabelecido em contrato.

5.3.2 Planejamento Tático Racionalizado

A elaboração do planejamento racionalizado, aqui apresentado, trata-se de uma sugestão de planejamento formal que deveria ser realizado pela empresa construtora antes da realização da obra em estudo. Este planejamento foi desenvolvido visando permitir uma maior continuidade das equipes de trabalho permitindo que as mesmas realizassem os serviços dentro do período programado.

Na realização do planejamento racionalizado adotou-se a utilização de duas frentes de serviços, trabalhando simultaneamente em cada lado do viaduto, visto que se trata de uma obra simétrica para a realização das principais atividades, como pode ser visto na FIGURA 5.3, mostrada anteriormente.

Para a definição do planejamento racionalizado, foram realizadas, durante o seu desenvolvimento, diferentes alternativas (simulações) de execução para as atividades ao longo do eixo do viaduto. A cada alternativa (simulação), observou-se às conseqüências que cada modificação causava na data de término da obra.

5.3.2.1 1ª Simulação

Na primeira simulação do planejamento racionalizado (FIGURA 5.6) foi considerada a realização da obra como executada nos quatro primeiros meses do cronograma real (ANEXO IV), afim de verificar se a empresa construtora conseguiria terminar a obra no prazo preestabelecido, no ritmo que ela estava realizando-a, entretanto, considerando a execução da obra com duas frentes de serviços e sem levar em conta as paralisações da mesma.

Pode-se observar na mesma FIGURA 5.6, destacado em verde, a descontinuidade das equipes de trabalho na execução de uma mesma atividade. Neste caso, era mobilizada uma equipe para realizarem três tubulões, após o término destes, esta equipe era desmobilizada e somente mobilizada após um certo tempo para a continuação do serviço.

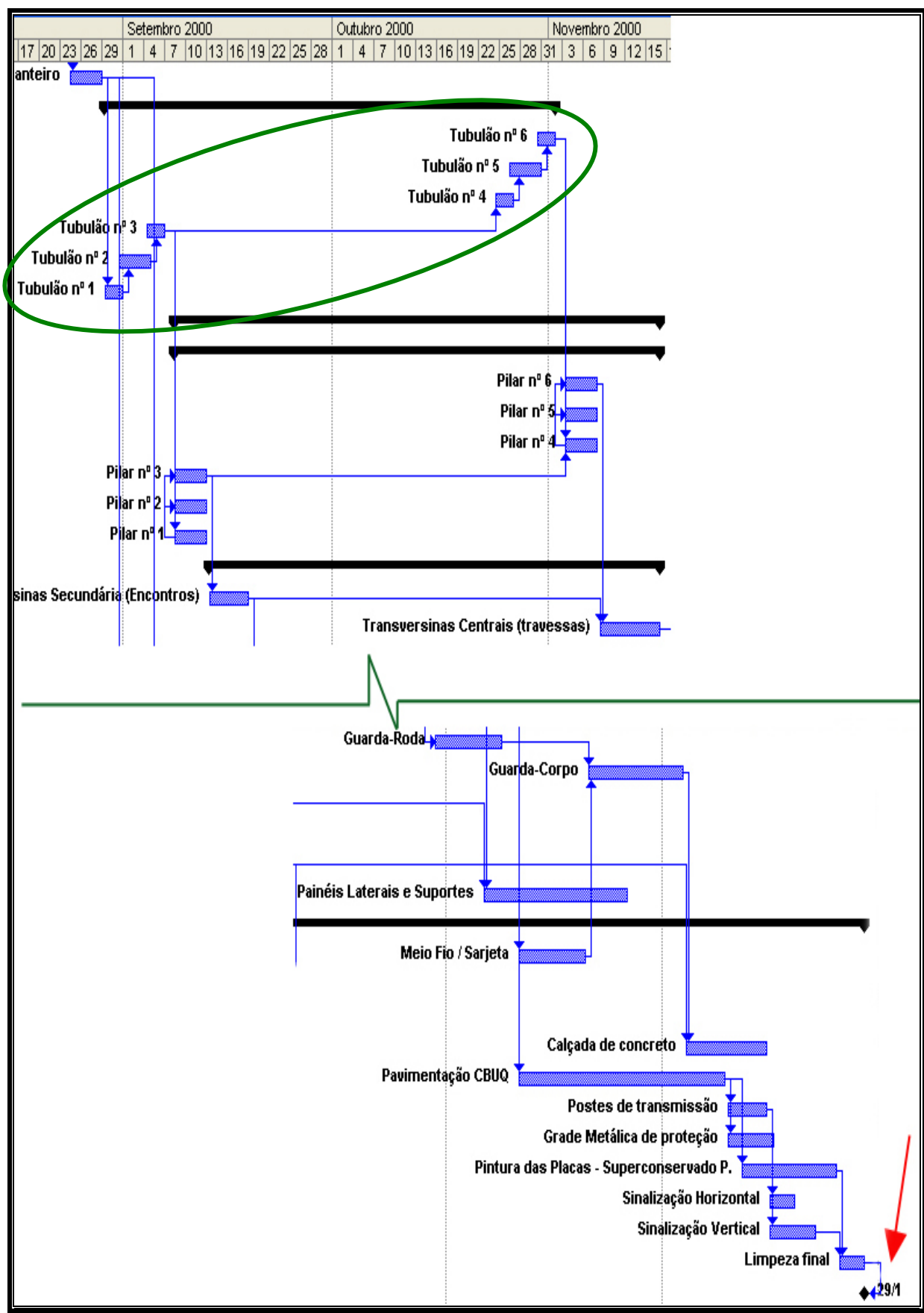


FIGURA 5.6 – Execução dos serviços e data de entrega da obra na primeira simulação

A data de término atingida nesta simulação, 29/01/2001 (FIGURA 5.6), não foi satisfatória em relação ao objetivo previamente traçado que, como mencionado, buscava o término do empreendimento até o prazo preestabelecido (19/12/2000). Tal fato resultaria em 1 mês e 10 dias de atraso na obra, o que geraria uma multa de aproximadamente R\$ 60.000,00 à empresa construtora.

Fica claro, mais uma vez, que a empresa construtora não terminaria a obra mesmo com a utilização de duas frentes de serviços, com o ritmo e mão de obra apresentados como nos quatro primeiros meses (120 dias) do cronograma real, mesmo sem considerar as paralisações ocorridas no desenvolvimento real da obra. Tal fato resultaria em uma situação no qual: para a empresa terminar a obra no prazo preestabelecido em contrato, teria que aumentar o número de trabalhadores na obra e como o custo preço global da obra é fixo (segundo contrato), diminuiria seu lucro.

5.3.2.2 2ª Simulação

Diante desta situação, realizou-se uma segunda simulação fazendo com que na execução das atividades fosse permitida uma maior continuidade das equipes em uma mesma tarefa. Essa continuidade das equipes de trabalho, através do conceito de “Linha de Balanço”, pode ser observada, por exemplo, na atividade *Tubulão* na FIGURA 5.7 (em verde), quando comparado à FIGURA 5.6 (em verde).

TABELA 5.2 – Alterações no planejamento a cada simulação

Simulações		Prazo
1ª	Execução como nos 4 primeiros meses do cronograma real, mesmo ritmo, 2 frentes, sem paralização	Não
2ª	Execução das atividades permitindo uma continuidade das equipes em uma mesma tarefa	

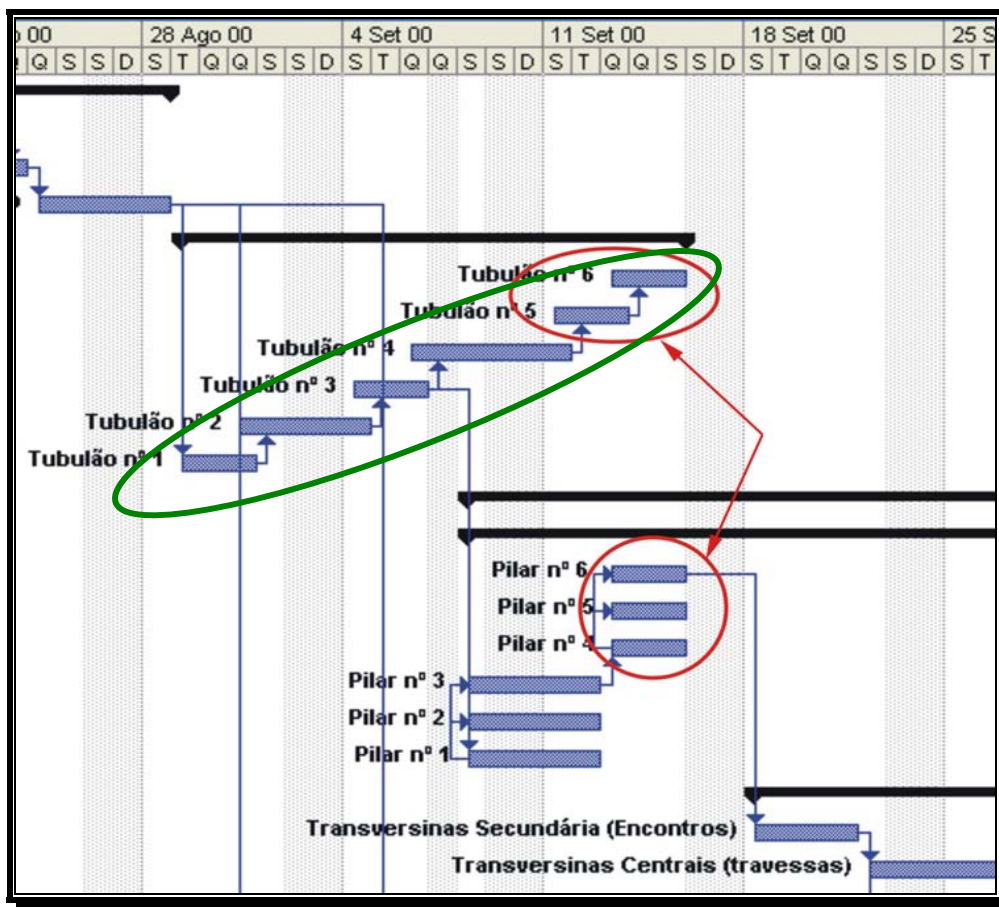


FIGURA 5.7 – Continuidade na execução dos Tubulões

Porém, pode-se notar que em alguns casos, as atividades apareciam sendo executadas em datas anteriores à execução de suas precedentes como é o caso das atividades *Tubulão e Pilar*, na FIGURA 5.7 (em vermelho), pois se sabe que a atividade *Tubulão* deve estar concluída para se iniciar os *Pilares*.

A data de termino da obra atingida nesta simulação foi dia 02/02/2001, prazo não satisfatório em relação ao objetivo previamente traçado.

5.3.2.3 3ª Simulação

Diante dessa situação, realizou-se uma terceira simulação, aumentando-se o número de ligações entre as atividades incluindo outras precedências além das ligações de trajetória, como pode ser visto na FIGURA 5.8; onde a atividade 16 (Pilar nº 4), por exemplo, tem como precedentes, além da atividade 17 (Pilar nº 3), a atividade 6 (Tubulão nº 6).

	Nome da tarefa	Duração	Início	Término	Predecessora:
5	FUNDAÇÕES / INFRAESTRUTURA	13 dias	Ter 29/8/00	Sex 15/9/00	
6	Tubulão nº 6	3 dias	Qua 13/9/00	Sex 15/9/00	7TI-1 dia
7	Tubulão nº 5	3 dias	Seg 11/9/00	Qua 13/9/00	8TI-1 dia
8	Tubulão nº 4	3 dias	Qua 6/9/00	Seg 11/9/00	9TI-1 dia
9	Tubulão nº 3	3 dias	Seg 4/9/00	Qua 6/9/00	10TI-1 dia
10	Tubulão nº 2	3 dias	Qui 31/8/00	Seg 4/9/00	11TI-1 dia
11	Tubulão nº 1	3 dias	Ter 29/8/00	Qui 31/8/00	4
12	MESO ESTRUTURA	15 dias	Sex 8/9/00	Qui 28/9/00	
13	Pilares em Concreto	15 dias	Sex 8/9/00	Qui 28/9/00	
14	Pilar nº 6	3 dias	Seg 18/9/00	Qua 20/9/00	15II
15	Pilar nº 5	3 dias	Seg 18/9/00	Qua 20/9/00	16II
16	Pilar nº 4	3 dias	Seg 18/9/00	Qua 20/9/00	17,6
17	Pilar nº 3	3 dias	Sex 8/9/00	Ter 12/9/00	18II
18	Pilar nº 2	3 dias	Sex 8/9/00	Ter 12/9/00	19II
19	Pilar nº 1	3 dias	Sex 8/9/00	Ter 12/9/00	9

FIGURA 5.8 – Alteração das precedências de algumas atividades

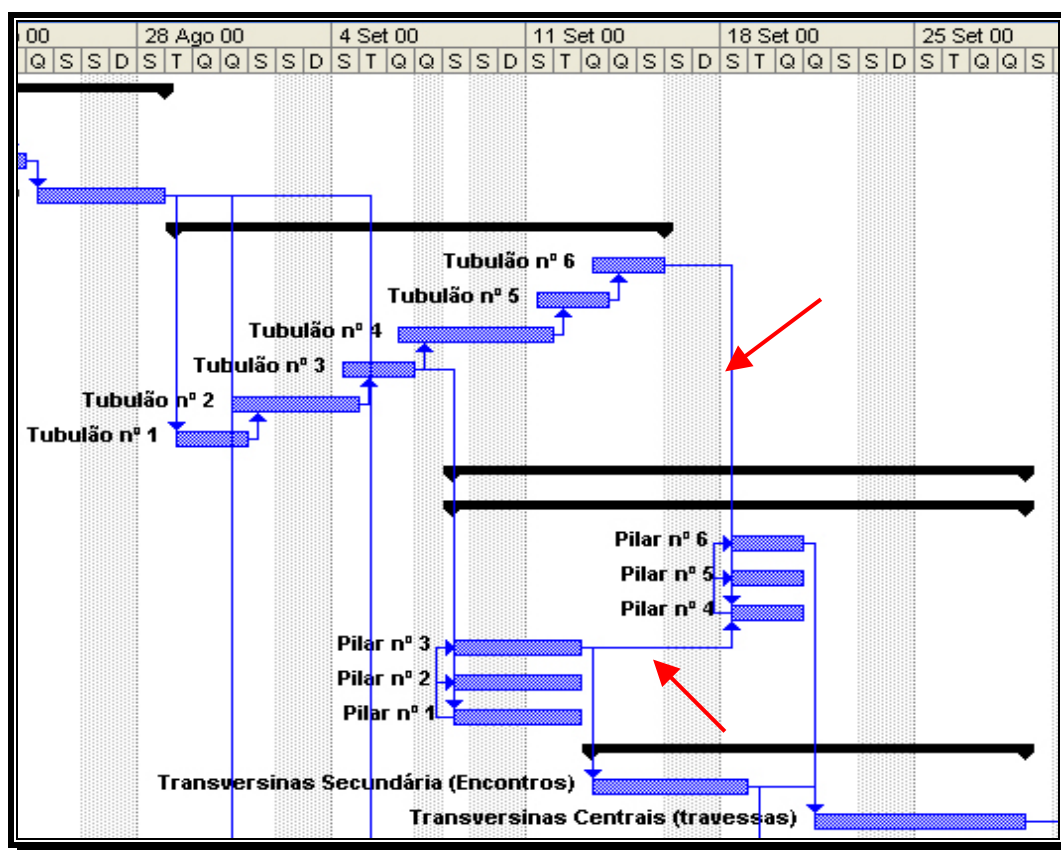


FIGURA 5.9 – Resultado da ligação entre as atividades “Pilar e Tubulão”

As atividades 14, 15, 16 (Pilar nº 1, 2 e 3) e 17, 18, 19 (Pilar nº 4, 5 e 6) possuem execução simultânea, pois a empresa possui três jogos de formas metálicas que são concretadas simultaneamente.

A partir desta terceira simulação foi atingido o prazo de entrega esperado, com apenas um dia de folga (18/12/2000), mas como se trata de uma obra pública com prazo de entrega preestabelecido em contrato com uma multa contratual de 0,1% do Valor de contrato ao dia de atraso na obra, resolveu-se fazer uma quarta simulação afim de se obter uma maior folga na data de término da obra.

5.3.2.4 4ª Simulação

Nesta simulação foi realizada uma diminuição no retardo na montagem do muro obtendo-se um resultado julgado satisfatório pelo engenheiro e pelo planejador, já que havia sido encontrada uma maneira de se entregar a obra no prazo preestabelecido com uma folga de 7 dias para eventuais acontecimentos. Esta pode ser adotada como a macro-programação da obra, também denominada de plano mestre de produção.

Pode ser observado na FIGURA 5.10, que após a quarta simulação, nenhuma atividade ultrapassava a data de entrega, satisfazendo o prazo de execução preestabelecido em contrato.

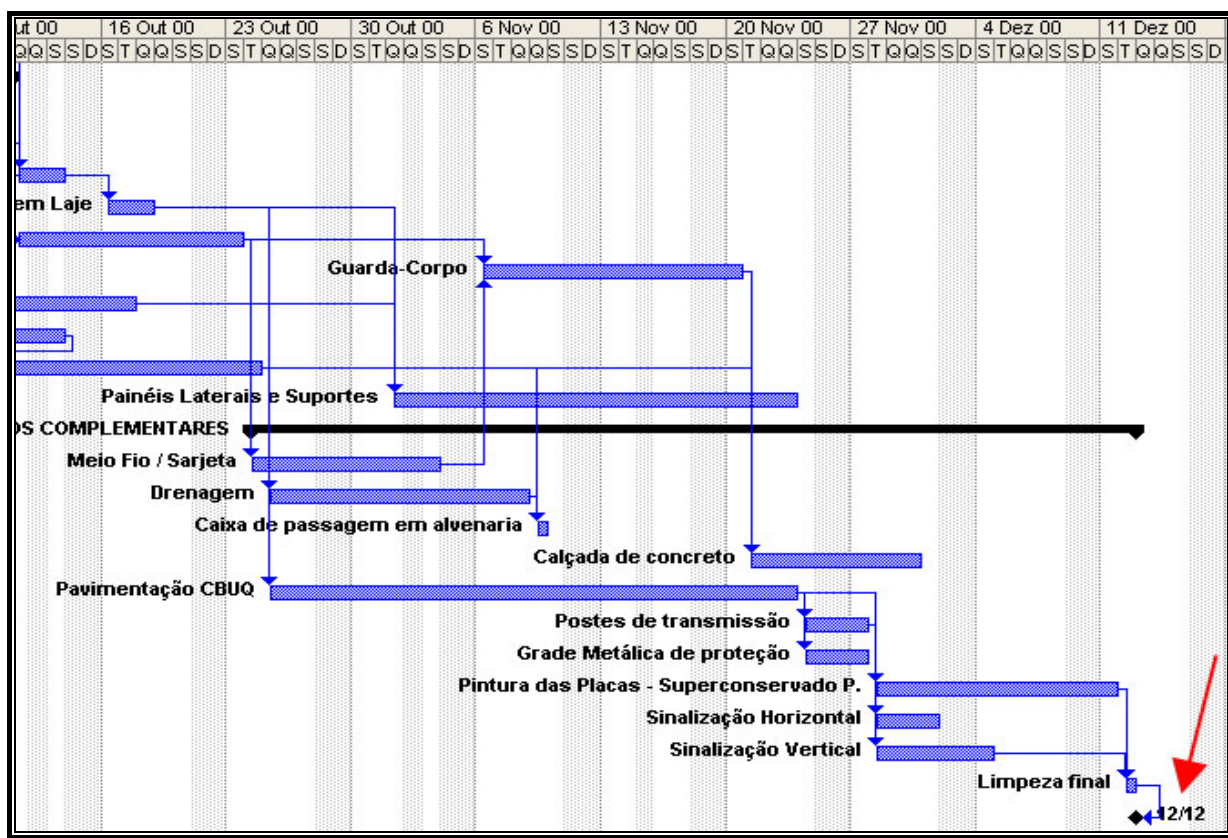


FIGURA 5.10 – Prazo de entrega cumprido na última simulação

Ao todo foram realizadas quatro simulações, no qual a cada tentativa eram observadas as mudanças causadas na data de entrega final da obra. Após as simulações pôde-se perceber que a utilização de técnicas formais de planejamento, permite maior visibilidade dos processos permitindo realizar um planejamento de forma rápida e eficiente. Na TABELA 5.2 tem-se um resumo das alterações feitas a cada simulação.

TABELA 5.3 – Alterações no planejamento a cada simulação

Simulações		Prazo
1ª	Execução como nos 4 primeiros meses do cronograma real, mesmo ritmo, 2 frentes, sem paralização	Não
2ª	Execução das atividades permitindo uma continuidade das equipes em uma mesma tarefa	Não
3ª	Aumento no número de ligações, estabelecendo mais vínculos entre as atividades	Sim
4ª	Diminuição no retardo da montagem do muro	Sim

Visando a apresentar o planejamento racionalizado da obra de forma geral, o ANEXO V contém o cronograma das etapas e sub-etapas da obra. Com o objetivo de proporcionar uma melhor visualização, foi utilizada uma escala de tempo ajustada em dias dentro do gráfico de Gantt, de acordo com a duração das atividades.

No planejamento racionalizado, o dimensionamento dos pacotes de trabalho leva em conta a capacidade das equipes realizarem os mesmos serviços dentro do período programado, pois os processos de construção devem ser executados de acordo com o previsto pelo planejamento e controlados em conformidades com seus prazos e com a qualidade estabelecida. Este é um dos critérios para se realizar um planejamento de comprometimento, com uma estratégia de utilização das equipes de produção para que elas não fiquem paradas (racionalização das produtividades reais da obra).

Ao finalizar as simulações do planejamento racionalizado, bem como durante a sua realização, verificou-se o nível de detalhamento adequado deste em relação à realidade de

execução da obra, observando a suficiência dos dados, todavia, sem um detalhamento excessivo, que pudesse causar conseqüências não desejáveis tal como a elevação do custo, a falta de transparência e a necessidade excessiva de atualização dos dados durante o controle do processo.

A realização de um planejamento claro auxilia muito na execução de seu controle, cujo principal objetivo é identificar e executar os ajustes necessários, de forma a atingir as metas estabelecidas no planejamento, mesmo que as suposições feitas pelo plano não se confirmem.

Todo o processo, desde o levantamento dos dados iniciais até a definição final do planejamento tático, incluindo a familiarização com o software, foi desenvolvido em 3 meses. Portanto, sem maiores investimentos por parte da empresa, foi possível realizar o planejamento racionalizado que atendesse o prazo preestabelecido.

Depois da realização do planejamento deve-se buscar o aumento da transparência do processo de planejamento no canteiro de obra, para facilitar a compreensão por parte das equipes de produção. A transferência de informações do planejamento aos funcionários poderá ser feita através dos cartões de produção; pois o controle visual contribui para a simplificação do processo de tomada de decisão, ampliando também a participação dos trabalhadores no gerenciamento das equipes de produção. O uso de cartões de produção possibilitará no aumento da visibilidade dos processos fazendo com que as equipes de trabalho cumpram com o programado.

5.4 O PLANEJAMENTO FINANCEIRO

Com o intuito de mostrar a necessidade de uma programação financeira para execução de uma obra, apresenta-se a seguir o desenvolvimento do Fluxo de Caixa Real e Racionalizado para posterior comparação.

5.4.1 O Fluxo de Caixa Real

A elaboração do Fluxo de Caixa Real (FIGURA 5.17) constou no levantamento dos fluxos de desembolsos ocorridos com materiais/equipamentos e mão-de-obra, de acordo

com o cronograma físico real, juntamente com os fluxos de recebimento reais da obra, para analisar o Valor Presente Líquido (VPL), como pode ser visto na FIGURA 5.15.

Os levantamentos dos custos de materiais e mão-de-obra foram realizados adequando os valores contidos em cada etapa do projeto, através do orçamento da obra (ANEXO III), das notas fiscais de compra de materiais e da folha de pagamento dos funcionários. Os resultados destes levantamentos, baseando-se no desenvolvimento do cronograma real, podem ser observados graficamente nas FIGURAS 5.11 e 5.12.

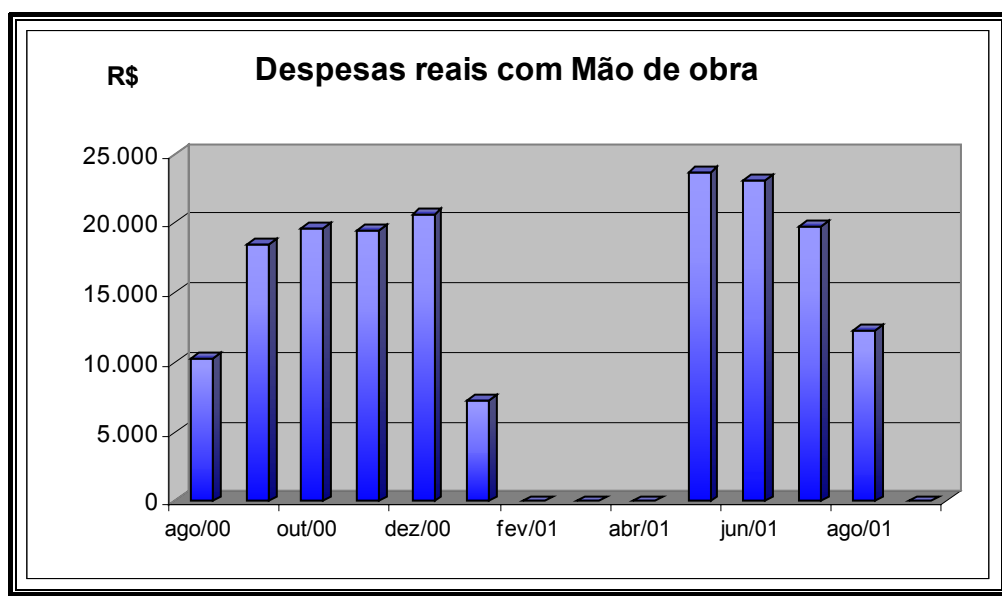


FIGURA 5.11 - Despesas com mão de obra (real)

Para os valores da mão de obra, foram considerados os valores do pagamento no final de cada mês; para o caso de materiais e equipamentos foi considerada a data de utilização do mesmo. Fato que está de acordo com o desembolso da empresa. Vale lembrar que, como a obra teve uma duração de 13 meses, tais valores eram mais elevados do que os previstos no orçamento.

Vale salientar que este gráfico da FIGURA 5.11 reflete a realidade de acordo com o cronograma real, ou seja, de acordo com o ritmo real da obra.

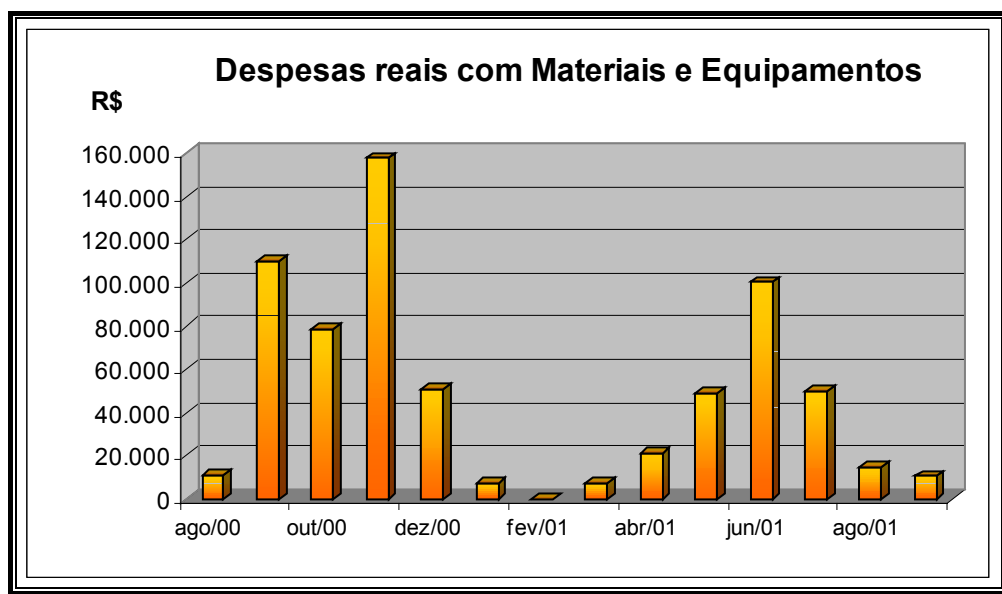


FIGURA 5.12 - Despesas com materiais e equipamentos (real)

Como o orçamento e o contrato previam a execução da obra em 4 meses e esta acabou sendo realizada em 13 meses, por motivos já citados anteriormente, houve um custo fixo adicional devido ao atraso da obra que teve que ser bancado pela empresa construtora, tais como: energia elétrica; despesas da administração central; despesas com a equipe técnica da obra; entre outros que podem ser vistos na FIGURA 5.13, no valor de R\$ 127.269,00, o equivalente a 13,12% do custo real da obra, que trazidos para a data de início do projeto seria de **R\$ 107.410,58**

Custo Fixo adicional	
	Total
impostos, taxas e seguro	
rateio das despesas da administração central	63.269,00
despesas com a equipe técnica da obra	28.000,00
despesas com a equipe de canteiro	14.400,00
equipamentos de proteção individual	3.200,00
energia elétrica	2.000,00
consumo de telefone	1.200,00
despesas com material de consumo	1.200,00
despesas com medicina e segurança do	2.000,00
despesas com ferramentas e manutenção de	4.000,00
Transporte	8.000,00
	127.269,00

FIGURA 5.13 – Custo fixo devido ao atraso da obra

Em resumo, na FIGURA 5.14 pode ser observado o custo real da obra.

Na FIGURA 5.14, o fato de se apresentar valor Zero na mão-de-obra no mês de Set/01 é justificado porque neste período estava sendo executado apenas o serviço de *Sinalização Vertical e Horizontal*, que eram serviços terceirizados pela construtora, cujo valor já tinha sido acertado anteriormente. Na mesma figura, os custos adicionais resultados pelo atraso da obra estão apresentados separadamente para melhor ser observado.

Conforme o contrato, periodicamente havia medições na obra, realizadas por uma empresa terceirizada contratada pela Prefeitura, para pagamento à empresa construtora referente o que a mesma havia produzido naquele período conforme contrato. Os valores das medições mensais até o recebimento do valor Global da obra, conforme contrato estão no item 3 da FIGURA 5.17, Fluxo de caixa real. Na FIGURA 5.15 e 5.16 apresentam-se graficamente os fluxos de desembolsos e recebimentos reais mensais e acumulados, respectivamente que ocorreram no desenvolvimento da obra.

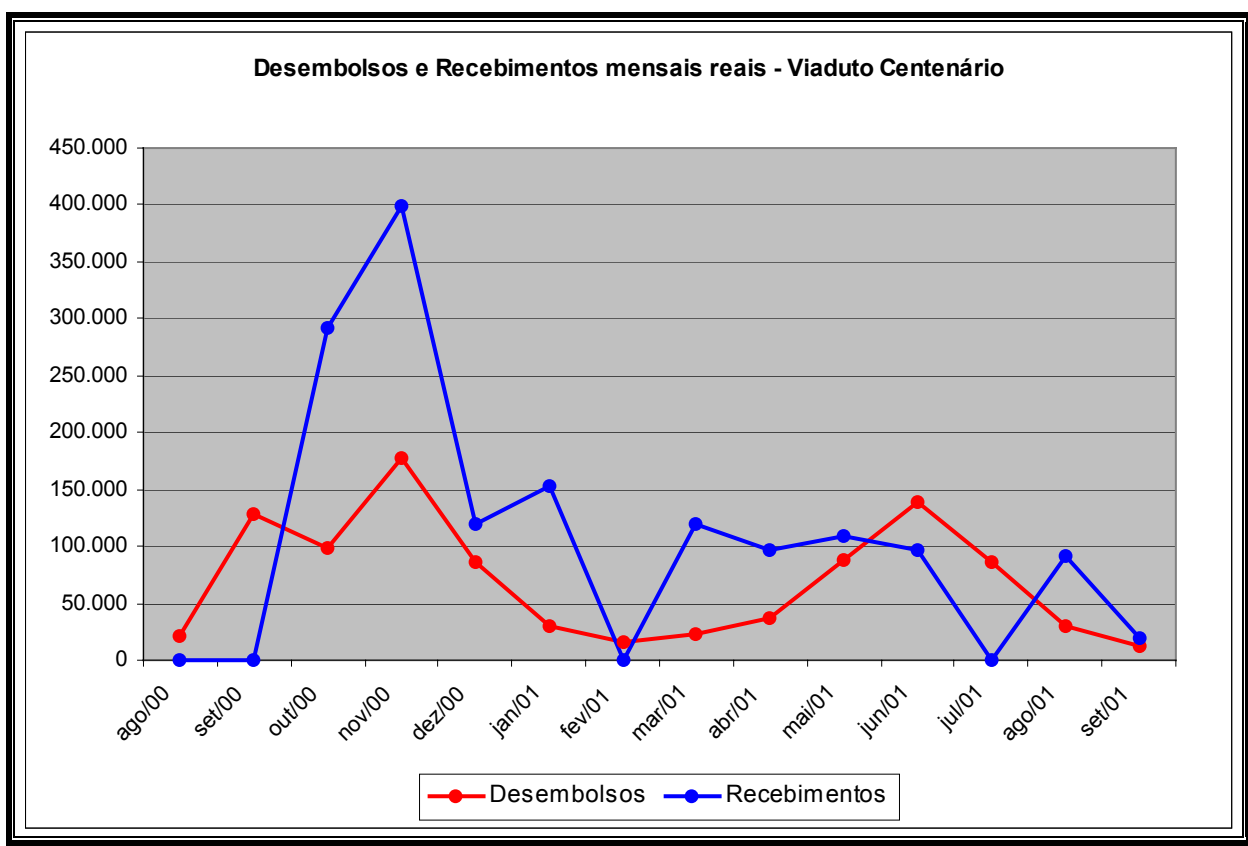


FIGURA 5.15 – Desembolsos e Recebimentos mensais reais

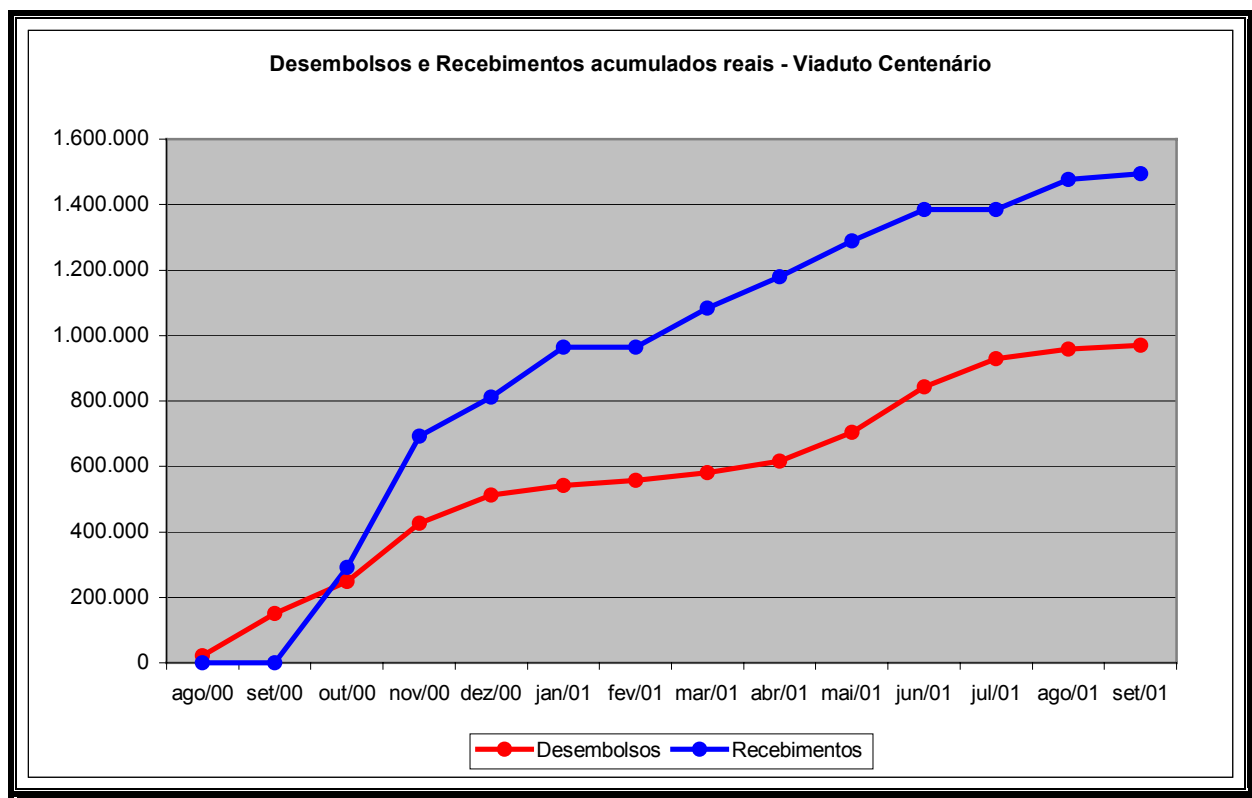


FIGURA 5.16 – Desembolsos e Recebimentos acumulados reais

Realizando-se uma compensação dos valores de desembolsos e recebimentos no devido tempo de ocorrência, obtém-se um Fluxo de Caixa real, como pode ser observado na FIGURA 5.17. Mesmo a obra tendo levado 13 meses, para a elaboração do Fluxo de caixa real foi considerado um período de 14 meses, devido necessidade de investimentos iniciais para o início da obra e no final, por prorrogações de prazos nos recebimentos da contratante. Vale lembrar que a obra iniciou no dia 25/08/2000 e concluiu no dia 19/09/2001.

Pode-se observar em vermelho na FIGURA 5.17 o *Fluxo de caixa líquido*, que é a somatória dos valores de desembolsos e recebimentos e o *Fluxo de caixa descontado*, que baseado na técnica do *Valor Presente*, é o desconto de todos os valores futuros trazidos para a data presente, considerando uma taxa mínima de atratividade de 2 % a.m.. A soma de todos estes valores é o *Valor Presente Líquido* (VPL).

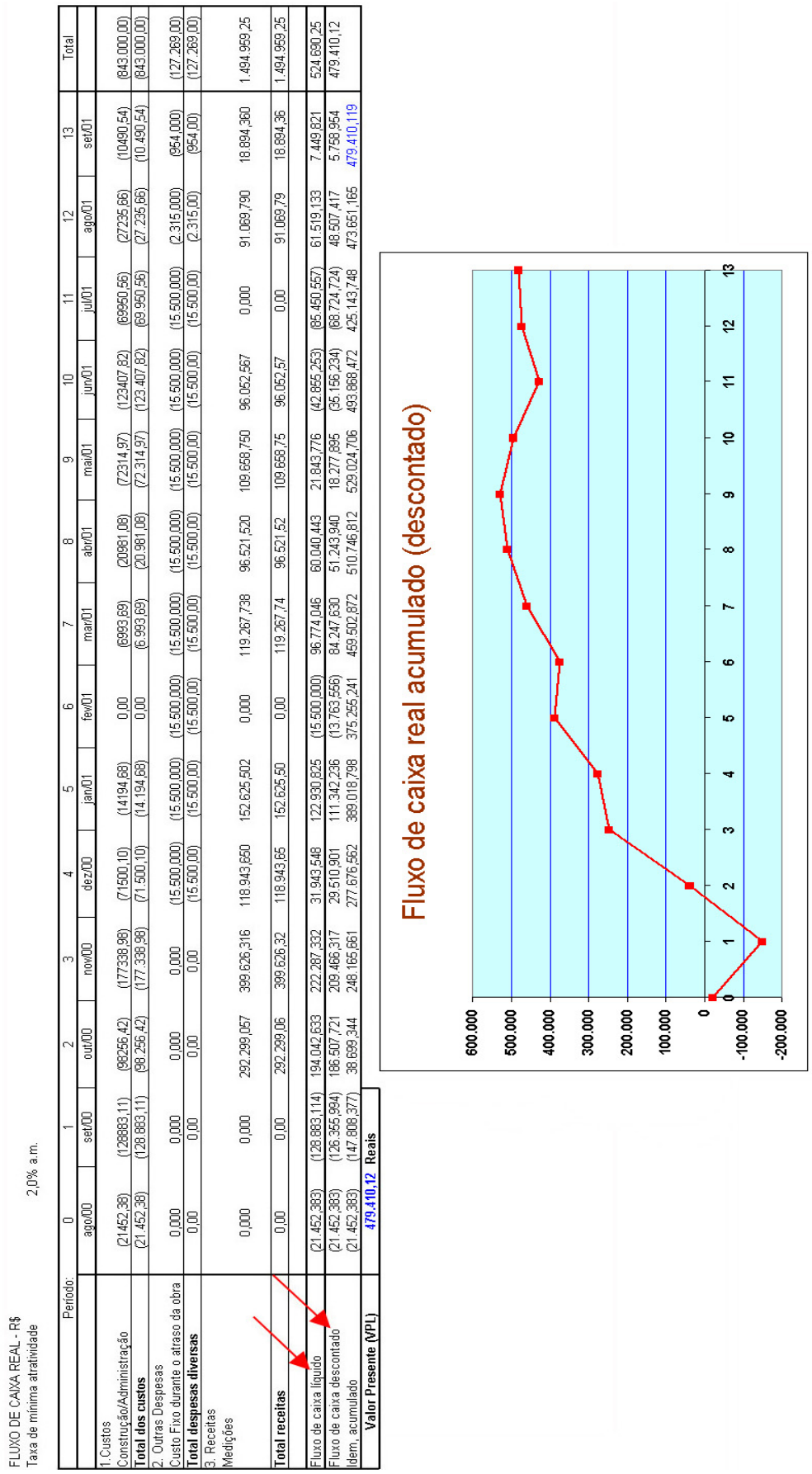


FIGURA 5.17– Fluxo de Caixa Real

O gráfico do Fluxo de caixa acumulado descontado, apresentado na figura anterior, é o resultante da compensação dos desembolsos e recebimentos. Neste gráfico pode-se notar que a empresa construtora só passou a ter lucro um pouco antes do terceiro mês da obra. Pode-se observar na mesma figura que o VPL para o Fluxo de Caixa Real é de **RS 479.410,12**.

5.4.2 O Fluxo de Caixa Racionalizado

Para a elaboração do Fluxo de Caixa Racionalizado (FIGURA 5.24) realizaram-se várias análises reunindo as seguintes informações:

- ✓ desenvolvimento da obra de acordo com o planejamento racionalizado;
- ✓ previsão dos desembolsos com os valores realmente pagos em materiais e equipamentos no período de utilização conforme o planejamento físico racionalizado;
- ✓ previsões de recebimentos de acordo com a execução dos serviços conforme o planejamento racionalizado e as medições segundo contrato;
- ✓ racionalização da mão-de-obra e equipamentos para a realização da obra com uma e com duas frentes de serviço.

Como já dito, os levantamentos dos custos de materiais e mão-de-obra foram realizados adequando os valores contidos em cada etapa do projeto, através do orçamento da obra (ANEXO III), das notas fiscais de compra de materiais e da folha de pagamento dos funcionários.

Para o caso de execução da obra com duas frentes de serviço, um planejamento adequado no uso dos equipamentos faz com que não haja a necessidade de se utilizar o dobro do número de equipamentos que seria utilizado para uma só frente. Situação similar para o caso da mão-de-obra, que baseado em um estudo juntamente com a experiência da realização da obra pode-se concluir que para a realização em duas frentes de serviço necessita-se apenas de 50% a mais de funcionários que em uma só frente.

Os resultados dos levantamentos, baseado na racionalização da mão-de-obra e do uso de materiais e equipamentos para o planejamento racionalizado, podem ser observados na FIGURA 5.16 e 5.17. Como no cronograma real, foram considerados para a mão de obra os valores do pagamento no final de cada mês e, para os materiais e equipamentos foi considerada a data de utilização do mesmo. Fato que está de acordo com o desembolso da empresa. Vale lembrar que o planejamento racionalizado prevê a execução da obra em 4 meses – de 21/08/2000 a 15/12/2000.

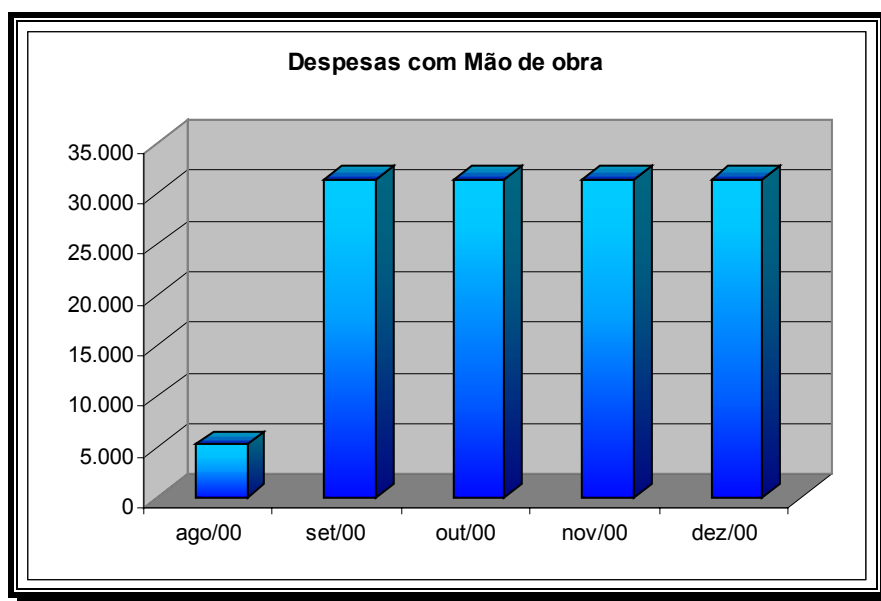


FIGURA 5.18 - Despesas com mão de obra – Racionalizado

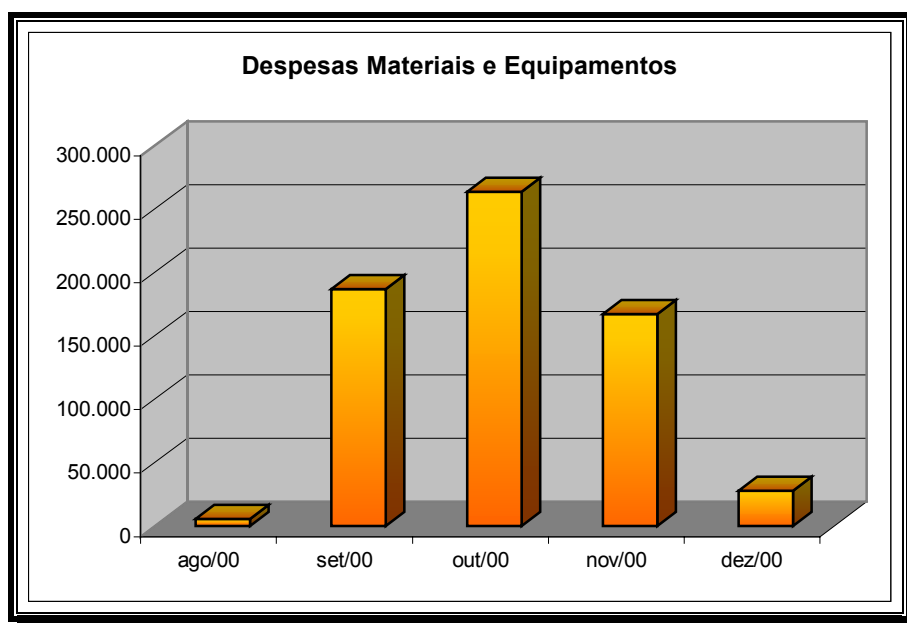


FIGURA 5.19 - Despesas com materiais e equipamentos – Racionalizado

Baseado no planejamento racionalizado na FIGURA 5.20 pode ser observado em resumo o custo real da obra.

Custo Racionalizado Viaduto Centenário						
Despesas - Viaduto Centenário com Materiais e Equipamentos						
Mês	ago/00	set/00	out/00	nov/00	dez/00	Total
Valor	5.451,74	186.682,74	263.720,59	167.147,08	27.671,32	650.673,46
Despesas - Viaduto Centenário com Mao de Obra						
Mês	ago/00	set/00	out/00	nov/00	dez/00	Total
Valor	5.245,27	31.471,62	31.471,62	31.471,62	31.471,62	131.131,73
Total	10.697,01	218.154,35	295.192,20	198.618,69	59.142,93	781.805,19
					Total Custo Real = 781.805,19	

FIGURA 5.20 - Custo Racionalizado

As previsões de recebimento foram originadas baseando-se na execução das atividades conforme planejamento racionalizado, juntamente com a realização das medições compromissadas em contrato. Os valores das medições mensais até o recebimento do valor Global da obra, conforme contrato estão no item 2 da FIGURA 5.23. Na FIGURA 5.21 e 5.22 apresentam-se graficamente os fluxos de desembolsos racionalizados e recebimentos mensais e acumulados, respectivamente.

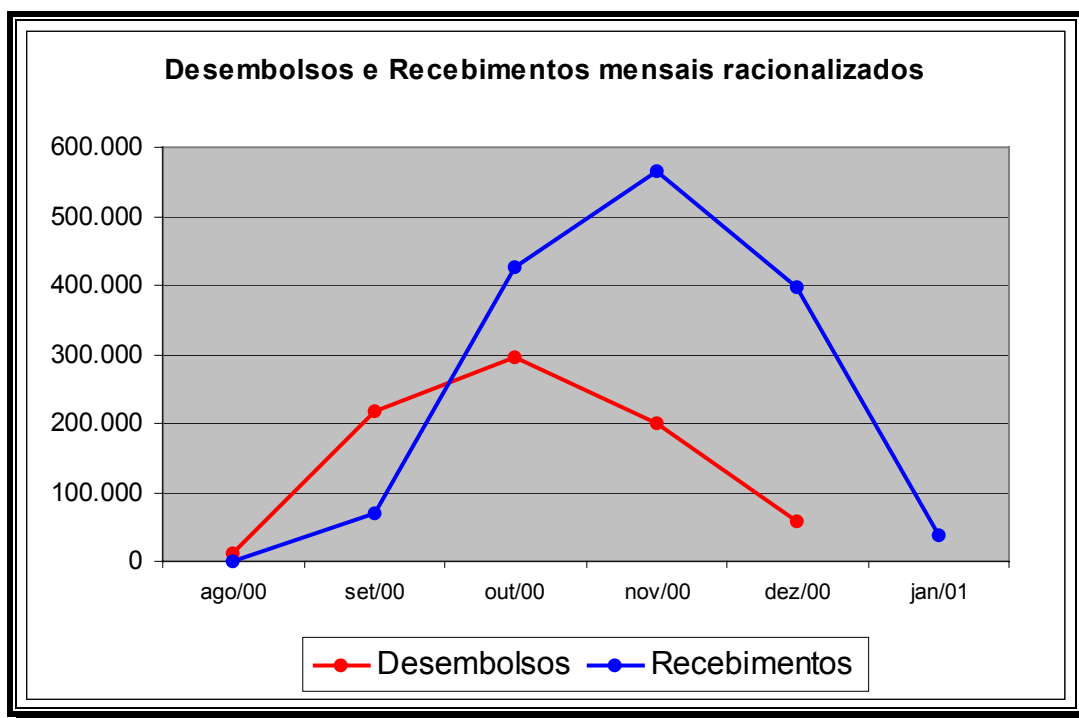


FIGURA 5.21 – Desembolsos e Recebimentos mensais racionalizados

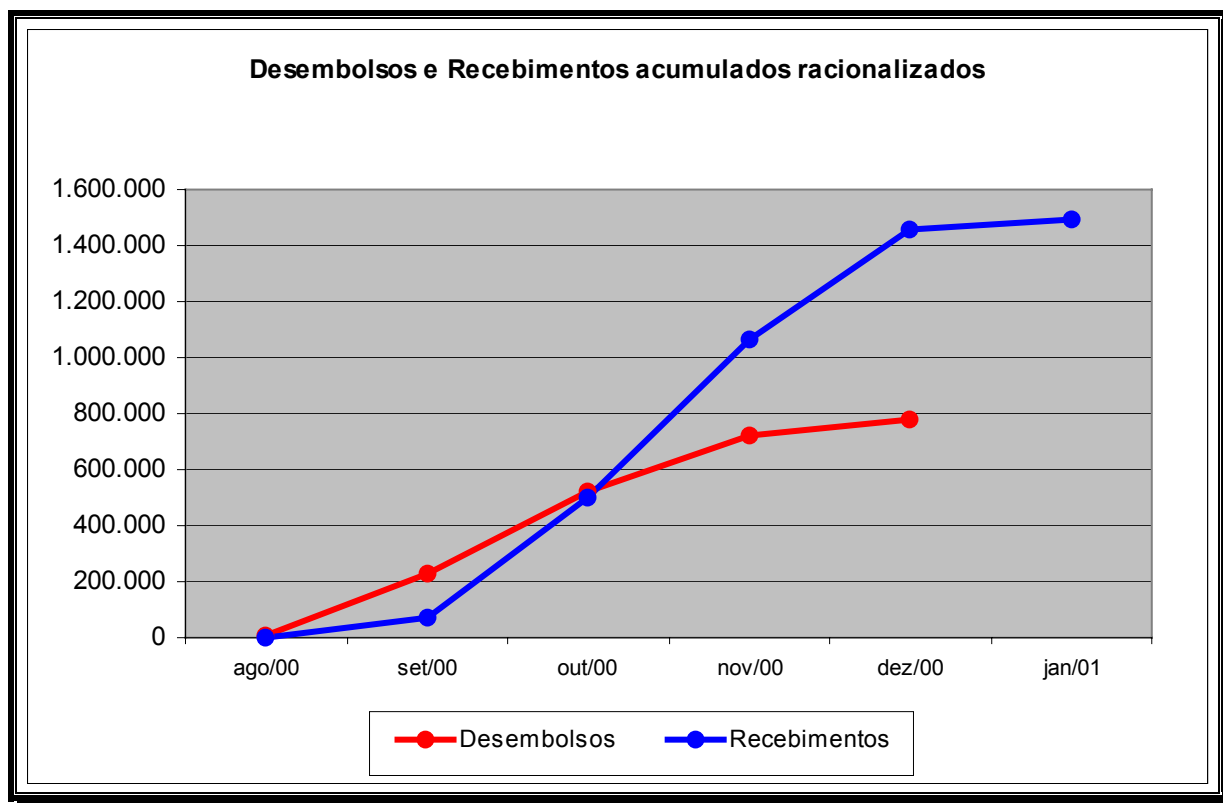


FIGURA 5.22 – Desembolsos e Recebimentos acumulados racionalizados

Agrupando todas as informações, na FIGURA 5.23, tem-se o Fluxo de Caixa Racionalizado, juntamente com o gráfico do Fluxo de Caixa Racionalizado descontado.

FLUXO DE CAIXA RACIONALIZADO
Taxa de mínima atratividade

2,0% a.m.

Período:		0		1		2		3		4		5		Total	
		ago/00		set/00		out/00		nov/00		dez/00		jan/01			
1. Custos															
Construção/Administração		(10.697,01)		(218.154,35)		(295.192,20)		(198.618,69)		(59.142,93)		0,00		(781.805,19)	
Total dos custos		(10.697,01)		(218.154,35)		(295.192,20)		(198.618,69)		(59.142,93)		0,00		(781.805,19)	
2. Receitas															
Medições		0,00		70.454,69		426.284,03		564.462,47		397.152,36		36.605,70		1.494.959,25	
Total receitas		0,00		70.454,69		426.284,03		564.462,47		397.152,36		36.605,70		1.494.959,25	
Fluxo de caixa líquido		(10.697,01)		(147.699,66)		131.091,83		365.843,78		338.009,43		36.605,70		713.154,06	
Fluxo de caixa descontado		(10.697,01)		(144.803,59)		126.001,37		344.742,76		312.268,46		33.154,91		660.666,91	
Idem, acumulado		(10.697,01)		(155.500,60)		(29.499,23)		315.243,53		627.512,00		660.666,91			
Valor Presente		660.666,91 Reais													

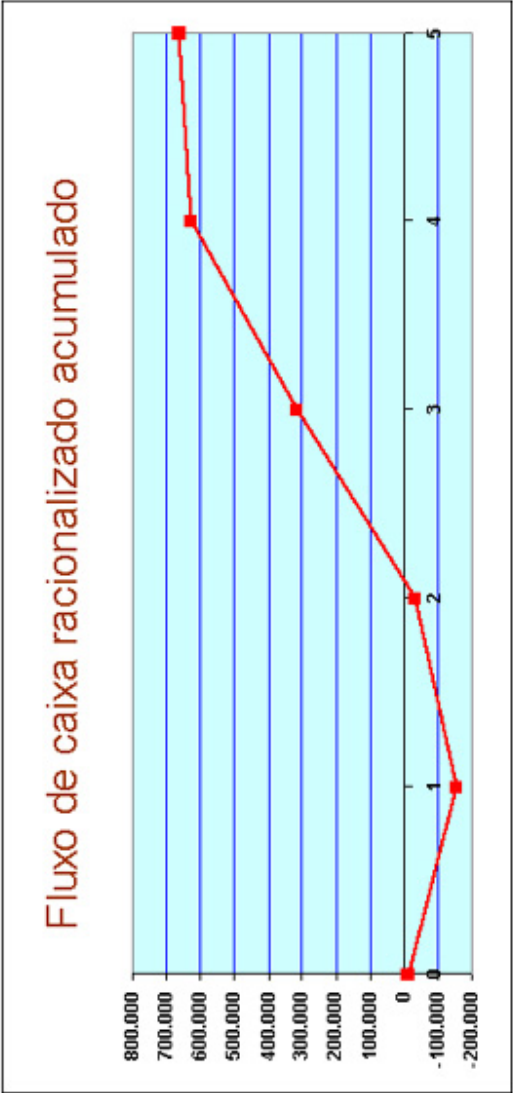


FIGURA 5.23 - Fluxo de Caixa Racionalizado

Realizando-se uma sobreposição dos gráficos do fluxo de caixa real e racionalizado tem-se a seguinte situação:

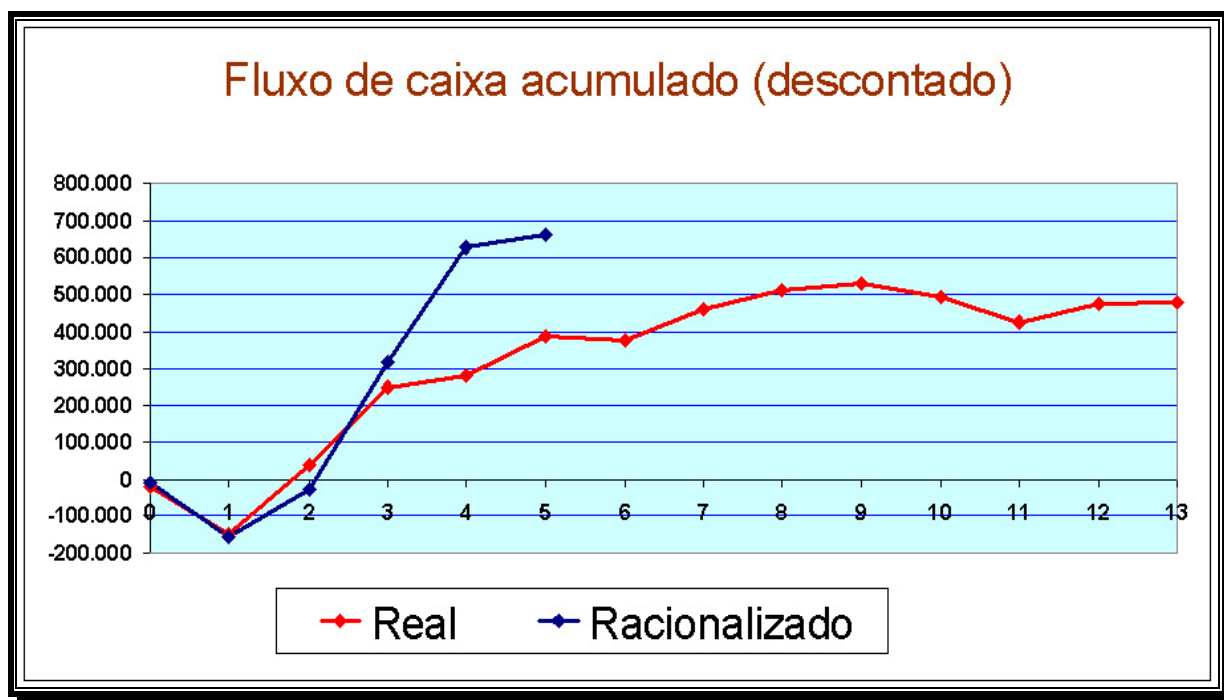


FIGURA 5.24 – Sobreposição Fluxos de caixa

Na figura acima, pode-se observar que no fluxo de caixa real, em vermelho, somente após 13 meses do início do empreendimento é que a empresa atinge o faturamento de **R\$ 479.410,12**, porém, devido a meta da produção das peças do lado 2 no lado 1 para posterior transporte, a empresa adiantou recebimentos e com apenas meio viaduto pronto a empresa já tinha recebido 80% de seu faturamento, tendo que trabalhar os outros 6 meses para receber o restante. Quando se compara as duas situações, no 1º mês eles praticamente andam juntos, já no 2º para o racionalizado, a empresa teria que desembolsar um pouco mais que o real; porém em apenas cinco meses após o início da obra a empresa já receberia um faturamento de mais de **R\$ 660.666,91**.

Como pode ser visto na FIGURA 5.23, o VPL do Fluxo de Caixa racionalizado é de **R\$ 660.666,91** e do Fluxo de Caixa real foi de **R\$ 479.410,12**, no qual, realizando uma subtração entre os dois pode-se verificar que a empresa construtora deixou de ganhar aproximadamente **R\$ 181.256,79**, lembrando ainda que em um acordo entre a Prefeitura e a empresa construtora houve a extinção da cláusula contratual referente à multa de 0,1% do valor contratual por dia consecutivo que exceder à data prevista para conclusão da obra. Mais

uma vez fica claro, que a falta de planejamento do ambiente produtivo por parte da contratante, juntamente com a não realização do planejamento do processo produtivo por parte da empresa construtora, além de causarem o atraso da obra, diminuíram o lucro da empresa construtora, evidenciando novamente a vantagem do uso de técnicas formais para gestão de obras.

Sabe-se que o cumprimento da realização de uma obra no prazo é responsabilidade da empresa construtora, mas a contratante deve dar possibilidade para que a contratada realize o contrato, buscando identificar e eliminar as possíveis restrições existentes no ambiente produtivo antes da liberação para o início das obras.

Aliando as técnicas formais de planejamento ao gerenciamento adequado dos recursos financeiros, apresenta-se que é possível estabelecer um plano tático confiável para atingir metas estratégicas, como a redução do prazo e custo para execução do empreendimento. Fica demonstrado, mais uma vez, que uma empresa construtora de pequeno porte, mesmo possuindo poucos profissionais em seu quadro, deve realizar um planejamento formal de suas obras a fim de garantir a continuidade e proteção do processo produtivo como um todo, proporcionando uma maior facilidade no momento do controle. Basta o engenheiro estar convencido que, se organizando melhor e utilizando técnicas que permitam uma maior visibilidade dos processos, poderá sim realizar um planejamento de forma rápida e eficiente.

6 CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

6.1 CONCLUSÕES

Este trabalho buscou mostrar aos contratantes de obras e empresas construtoras, a necessidade da realização de um planejamento formal antes da execução de uma obra, apresentando um modelo que demonstra a eficiência global do planejamento do empreendimento com o auxílio de ferramentas de simples aplicação que buscam garantir a continuidade e proteção do processo como um todo.

Buscou-se mostrar a importância de cada fase do planejamento e seu resultado final através de uma comparação do cronograma real e seu respectivo Fluxo de Caixa com planejamento físico-financeiro racionalizado, mostrando como ele afeta positivamente o empreendimento de forma a tornar possível sua execução com controle de custos, fluxos e prazos com excelente qualidade.

Mostrou-se que, para uma pequena empresa, utilizando um software gerenciador de projetos, é possível simular diferentes alternativas de planejamento avaliando qual melhor se adapta às necessidades da empresa construtora, proporcionando maior segurança para a realização da obra diante das exigências contratuais.

Através do planejamento o gerente pode estabelecer as metas da empresa, organizar pessoal e recursos e definindo as tarefas em que os funcionários trabalharão para que as metas sejam atingidas.

O fato de se ter uma obra cujas principais atividades eram de caráter repetitivo foi um fator que muito influenciou para a idéia da necessidade de realização de um planejamento formal. Além, é claro, do fato de se estar executando a obra com a metade da mão-de-obra que realmente se utilizou, no período preestabelecido em contrato com aumento de lucro e conseqüentemente possibilitando maior flexibilidade para negociações, em virtude de se conhecer os custos de produção.

Para o nosso estudo de caso, pode-se observar que uma empresa construtora que executa suas obras com prazo de entrega preestabelecido baseado apenas em experiências anteriores sem a utilização de um planejamento formal, quando percebe que não conseguirá terminar a obra no prazo, terá que aumentar o número de trabalhadores na obra e como o preço global é fixo, diminui seu lucro.

Pode-se observar no estudo que não só a falta de planejamento por parte da empresa construtora ocasiona no atraso de uma obra, mas também a não garantia da contratante para que a contratada possa realizar o contrato. A impossibilidade de se terminar uma obra pública no prazo, além de prejuízo para a empresa construtora, é um prejuízo para a sociedade.

A assimilação de conceitos da Filosofia da *Construção Enxuta* tem fundamental importância na realização do planejamento. Os ganhos passam por uma estabilização do fluxo de trabalho, redução da variabilidade e da incerteza, maior visibilidade do processo de trabalho em toda a obra, além de uma maior transparência de todo o processo de planejamento.

É essencial que os indivíduos responsáveis pela tomada de decisão, exijam das empresas executoras de obras a implantação de tecnologias formais de controle que tenham todas as informações necessárias para a execução da obra, de modo que se minimize a incerteza na execução dos processos, visando a melhoria contínua e buscando aumentar a satisfação do cliente final através de cumprimento dos prazos, diminuição dos custos e melhor qualidade do produto final.

Pode-se concluir que para o funcionamento eficaz do Fluxo de Caixa devem ser considerados na sua elaboração, o planejamento e controle de todas as atividades que fazem parte do ciclo operacional da empresa, tais como: desembolsos (compras), recebimentos (vendas) e prazos, com o objetivo de melhorar o desempenho do fluxo de caixa acelerando ou retardando as saídas de caixa da empresa. Com um fluxo de caixa adequado, as empresas podem honrar os compromissos já assumidos, e realizar as suas transações.

Assim, espera o autor ter contribuído com este trabalho para a discussão das soluções da exigência de implementação processos de planejamento em empresas construtoras, mostrando que é possível mudar sem grandes esforços o quadro encontrado na maioria dos casos.

6.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Neste trabalho apresentaram-se os processos construtivos utilizados nas obras em concreto pré-moldado de uma empresa em particular. O aparecimento de dúvidas relacionadas à inovação tecnológica destes processos poderão ser respondidas pelos futuros trabalhos que darão prosseguimento a este assunto.

A execução de obras em concreto pré-moldado ainda ocorre sem uma programação adequada das atividades, levando-se em conta sua seqüência, os materiais empregados e seus prazos. Além disto o *layout* do canteiro deveria ser definido com base nestas informações, o que não ocorre nas obras. Por isto, acredita-se que faltam pesquisas na área de pré-moldados, relacionadas à programação de obra, que auxiliem o engenheiro.

Sabe-se que os acessórios e elementos pré-moldados reduzem o número de atividades e otimizam a construção, mas não foi medida a redução do custo proporcionado por estes. Por isto, sugere-se que seja avaliada a redução no custo proporcionado por elementos pré-moldados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABOURIZK, Simaan M.; **HAJJAR**, Dany. *A Framework for Applying Simulation in Construction*. Canadian Journal of Civil Engineering, v. 25, n. 3, p. 604-617, jun 1998.

ABOURIZK, S. M. and **DOZZI**, S. P. *Productivity in Construction*. Institute for Research in Construction. National Research Council. Ottawa, Ontario, Canada. 1993.

ALHAZMI, T.; **MCCAFFER**, R. *Project procurement system selection model*. Journal of Construction Engineering and Management, Vol. 126, nº 3, maio-junho, 2000, pp. 176-184.

AMARAL, Antônio C. C. CELC - *Centro de Estudos de Licitações e Contratos*. <http://www.celc.com.br/>, última visita 03/12/2001.

ASSUMPÇÃO, José Francisco P. *Gerenciamento de Empreendimentos na Construção Civil: Modelo para Planejamento Estratégico da Produção de Edifícios*. São Paulo, 1996. 206 p. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil.

ASSUMPÇÃO, José Francisco P.; **FUGAZZA**, Antônio Emílio C. *Uso de Redes de Precedência para Planejamento da Produção de Edifícios*. In: VII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 1998, Florianópolis. Anais. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1998. V.2, p. 359-368.

AVILA, Antônio Victorino; **JUNGLES**, Antônio Edésio; *Técnicas de Planejamento na Construção Civil* Florianópolis – UFSC, 2000

BALLARD, Glenn. Lookahead Planning: *The Missing Link in Production Control*. In: 5th Annual Meeting of the International Group for Lean Construction, 1997, Gold Coast, Australia. Proceedings. Gold Coast: IGLC, 1997.

BALLARD, Glenn; **HOWELL**, Greg. *Shielding Production: An Essential Step in Production Control*. Berkeley, 1997. Technical Report 97-1.

BALLARD, Glenn; **HOWELL**, Greg. *Implementing Lean Construction: Stabilizing Work Flow*. In: 2nd Annual Meeting of the International Group for Lean Construction, 1994, Santiago, Chile. Proceedings. Santiago: IGLC, 1994a.

BALLARD, Glenn; **HOWELL**, Greg. *Implementing Lean Construction: Reducing Inflow Variation*. In: 2nd Annual Meeting of the International Group for Lean Construction, 1994, Santiago, Chile. Proceedings. Santiago: IGLC, 1994b.

BALLARD, Glenn; **HOWELL**, Greg. *Implementing Lean Construction: Improving Downstream Performance*. In: 2nd Annual Meeting of the International Group for Lean Construction, 1994, Santiago, Chile. Proceedings. Santiago: IGLC, 1994c.

BERNARDES, Maurício M. S.; **ALVES**, Thaís C. L.; **FORMOSO**, Carlos T. *Desenvolvimento de um Modelo de Planejamento da Produção para Empresas de Construção*. In: Seminário de Planejamento e Controle da Produção na Construção, 1999, Curitiba. Anais. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1999.

BERNARDES, Maurício M. S., *et al.* *Diretrizes para avaliação de sistemas de Planejamento e Controle da Produção para Micro e Pequenas empresas de construção* - In: ENTAC 2002 – IX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Foz do Iguaçu, 2002.

BORINELLI, Márcio Luiz & all,. *A Importância dos Instrumentos Contábeis – Financeiros na Gestão de Empresas de pequeno porte* Anais do XII convenção dos Contabilista do Estado de Paraná 1997.

CARVALHO, Márcio S. *Método de Intervenção no Processo de Programação de Recursos de Empresas Construtoras de Pequeno Porte Através do seu Sistema de Informação: Proposta Baseada em Estudo de Caso*. Porto Alegre, 1998. 152 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

CARVALHO, Márcio S.; **BERNARDES**, Maurício M. S.; **FORMOSO** Carlos T. *Programação de recursos: uma intervenção em seu sistema de informação*. In: VII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 1998, Florianópolis. Anais. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1998. V.2, p. 461-468.

COELHO, Renato de Quadros. *Programação de Obras Repetitivas com o Software de Gerenciamento de Projetos Time Line 6.5 for Windows Baseada na Técnica da Linha de Balanço - Estudo de Caso*. Florianópolis, 1998. 153 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina.

CONSTITUIÇÃO FEDERAL, **Lei 8666** de 21 de Junho de 1993.

CONSTITUIÇÃO FEDERAL, **Lei 8883** de 08 de Junho de 1994.

CONSTRUBUSINESS - *4º Seminário da Indústria Brasileira da Construção*, São Paulo, 2001.

DAVIS, Mark M.; **AQUILANO**, Nicholas J.; **CHASE** Richard B. *Fundamentos da Administração da Produção*, 3º edição, Bookman Editora, Porto Alegre, 2001.

EAST, E. William; **KIM**, Simon. *Standardizing Scheduling Data Exchange*. Journal of Construction Engineering Management, v. 119, n. 2, p. 215-225, jun 1993.

ENSSLIN, Leonardo; **ALBERTON**, Anete. *Uma Metodologia para Gerenciamento de Obras de Construção Civil*. In: XIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 1994, João Pessoa. Anais. pp. 87-92. João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba, 1994.

GONZÁLEZ, M. A. S. *Os contratos de empreitada e de incorporação imobiliária: uma exposição das principais características*. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído – ENTAC – São Paulo, 1998. Qualidade do processo construtivo. PUSP/ANTAC, 1998, v. 2, p. 483-490.

HEINECK, Luiz Fernando M.; **MAZIERO**, Lúcia Teresinha P. *Aplicação do Conceito do Método da Linha de Balanço à Programação de Obras Repetitivas. Decisões Fundamentais para sua Aplicação*. In: X Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 1990, Belo Horizonte. Anais. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 1990.

HEINECK, Luiz Fernando M. *Efeito aprendizagem, efeito continuidade e efeito concentração no aumento da produtividade nas alvenarias*. In: III Simpósio de Desempenho de Materiais e Componentes de Construção Civil, 1991, Florianópolis. Anais. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1991.

HEINECK, Luis Fernando. *Estratégia na Construção de Edifícios*. Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da UFSC, Janeiro de 1990.

HERNANDES, Fernando Santos. *Avaliação da produtividade na Pré-Moldagem das Estruturas de concreto armado do Viaduto Centenário*. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Estadual de Maringá, Dezembro de 2000.

HOCHHEIM, Norberto. *Análise de Investimentos Imobiliários*. Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da UFSC, Junho de 2001.

ISATTO, Eduardo L.; **FORMOSO**, Carlos T.; **CESARE**, Cláudia M. de; **HIROTA**, Ercília Hitomi; **ALVES**, Thaís C. L.; *Lean Construction: Diretrizes e Ferramentas para o Controle de Perdas na Construção Civil*, Porto Alegre, Edição SEBRAE/RS, 2000.

KALU, Timothy C. U. *New Approach to Construction Management*. Journal of Construction Engineering Management, v. 116, n. 3, p. 494-513, sep 1990.

KOSKELA, Lauri. *Application of the New Production Philosophy to Construction*. Stanford, 1992. Technical Report 72.

LAUFER, Alexander; **TUCKER**, R. L. *Competence and timing dilemma in construction planning*. Construction Management and Economics, n. 6, p. 339-355, 1988.

LAUFER, Alexander; **TUCKER**, R. L. *Is Construction Planning Really Doing its Job? A Critical Examination of Focus, Role and Process*. Construction Management and Economics, v. 5, n. 3, p. 243-266, may 1987.

LIMMER, Carl Vicente. *Planejamento, Orçamentação e Controle de Projetos e Obras*. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora, 1997.

LOPES, António Carlos Vaz, *A Importância do Fluxo de Caixa no Gerenciamento Financeiro das pequenas empresas – VII SIMEP – Simpósio de Engenharia de Produção*. UNESP – São Paulo, 2000.

LOSSO, Iseu Reichmann; **ARAÚJO**, Hércules Nunes. *Aplicação do Método da Linha de Balanço: Estudo de Caso*. In: VI Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 1995, Rio de Janeiro. Anais. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1995. V.1, p. 149-154.

MARCHIORI, Fernanda Fernandes; *Estudo da Produtividade e da Descontinuidade no Processo Produtivo da Construção Civil: Um Estudo de Caso para Edifícios Altos* Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis – UFSC, 1998.

MAZIERO, Lúcia Teresinha P. *Aplicação do Conceito do Método da Linha de Balanço à Programação de Obras Repetitivas. Decisões Fundamentais para sua Aplicação*. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1990. 147 p.

MENDES Jr., Ricardo. *Um Modelo Computacional para o Planejamento da Construção de Edifícios com Linha de Balanço*. In: XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 1995, Rio de Janeiro. Anais. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1995. V.1, p. 161-166.

MENDES Jr., Ricardo; **LÓPEZ VACA**, Oscar C. *GERAPLAN – Um Sistema Especialista para Planejamento de Edifícios de Múltiplos Pavimentos*. In: VII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 1998, Florianópolis. Anais. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1998. V.2, p. 679-686.

MENDES Jr., Ricardo. *Programação da Produção de Edifícios de Múltiplos Pavimentos*. Florianópolis, 1999. 252p. Tese (Doutorado em engenharia) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina.

MENDES Jr., Ricardo. www.cesec.ufpr/~mendesjr/lob/ acessado em 01/08/2001.

MILHOMENS, J.; **ALVES**, G. M. *Manual prático dos contratos*. Rio de Janeiro: Forense, 1996.

MOURA, Danielle Costa de. *Mudança na Estrutura organizacional do processo de projeto para alavancagem de construção de edificações: Um Estudo Multi-Caso em pequenas empresas*. Florianópolis, 1998. 64 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina.

NETO, Alexandre Assaf, **SILVA César A.T.** *Administração de Capital de Giro* 2ª ed. São Paulo: Atlas, 1997.

NOVAIS, Sandra G., *Aplicação de Ferramentas para o Aumento da Transparência no Processo de Planejamento e Controle de Obra na Construção Civil*. UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

OLIVEIRA, Mirian; **FORMOSO**, Carlos T.; *LANTELME, Elvira; Sistema de Indicadores de Qualidade e Produtividade para a Construção Civil: Manual de Utilização*, Porto Alegre, Edição SEBRAE/RS, 1995.

OLIVEIRA, Keller A. Z. *Desenvolvimento e Implementação de um Sistema de Indicadores no Processo de Planejamento e Controle da Produção: proposta baseada em estudo de caso*. Porto Alegre, 1999. 150p. Dissertação (Mestrado em engenharia) - Escola de engenharia, Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

OLIVEIRA, Paulo V. H.; *Estudo do Processo de Programação de Obras de uma Pequena Empresa*, Florianópolis, 2000. 117p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina.

OLIVEIRA, Ricardo R.; **DALL’OGLIO**, Simone; **MARTINI**, Carlos E. **Estudo de Fatores que Afetam a Produtividade em Obras Repetitivas**. In: VII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 1998, Florianópolis. Anais. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1998. V.2, p. 697-705.

PALACIOS, V. H. R. *Gerenciamento do setor de suprimentos em empresas de construção de pequeno porte: uma proposta para seu desenvolvimento*. Porto Alegre, 1994. 127p. Dissertação (Mestrado em engenharia) - Escola de engenharia, Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

PICCHI, Flávio Augusto. *Sistemas da qualidade: uso em empresas de construção de edifícios*. São Paulo, 1993. 462p. Tese de doutorado. Escola Politécnica, USP.

QUALHARINI, Eduardo L. *Gestão Estratégica na Avaliação de Projetos de Construção Civil*. In: VI Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 1995, Rio de Janeiro. Anais. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1995. V.1, p. 211-216.

REDA, Rehab M. *RPM: Repetitive Project Modeling*. Journal of Construction Engineering Management, v. 116, n. 2, p. 316-330, jun 1990.

SAMPAIO, José Carlos de A. *Produtividade, Qualidade e segurança nas obras de construção civil* – 13º Simpósio de Aplicação da Tecnologia do Concreto, 1991.

SANTOS, Adriana L. P., **TURRA**, Frederico, **PANZETER**, Andreia. *Viabilidade da Aplicação de Planejamento e Orçamento Operacional* - In: ENTAC 2002 – IX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Foz do Iguaçu, 2002.

SAWHNEY, Anil; **ABOURIZK**, Simaan M.; **HALPIN**, Daniel W. *Construction Project Simulation Using CYCLONE*. Canadian Journal of Civil Engineering, v. 25, n. 1, p. 16-25, feb 1998.

SCARDOELLI, Lisiane S.; **SILVA**, Maria F. S.; **FORMOSO**, Carlos T.; **HEINECK**, Luiz F. M.; *Melhorias de Qualidade e produtividade*, Porto Alegre, Edição SEBRAE/RS, 1994.

SCHMITT, Carin Maria. *Integração dos Documentos Técnicos com o Uso de Sistema de Informações Computadorizado para Alcançar Qualidade nos Projetos de Obras de Edificação*. In: VII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 1998, Florianópolis. Anais. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1998. V.2, p. 117-124.

SERPELL, Alfredo. *Administración de Operaciones de Construcción*. Chile: Universidad Católica de Chile, 1993.

SHINGO, Shigeo. *Sistemas de Produção com Estoque Zero*, Editora Artes Médicas Sul, 1996.

SLACK, Nigel, et al. *Administração da produção*. 1. Ed.; 2ª tiragem. Editora Atlas S.A., São Paulo, 1997.

SOUZA, Roberto de. *Qualidade, modernização e desenvolvimento: diretrizes para atualização tecnológica da indústria da construção civil*. Curso: Do desperdício de materiais à garantia da qualidade na construção civil. SINDUSCON – PR. 1991.

SUHAIL, Saad A.; **NEALE**, Richard H. *CPM/LOB: New Methodology to Integrate CPM and Line of Balance*. Journal of Construction Engineering and Management, v. 120, n. 3, p. 667-684, sep 1994.

TERRA NOVA CONSULTORIA, site <http://www.terranovaweb.com.br> (consulta 22.12.01).

THOMAS, H. Randolph; **MALONEY**, W. F.; **HORNER**, R. M.; **SMITH**, G. R.; **HANDA**, V. K.; **SANDERS**, S. R. *Modeling Construction Labor Productivity*. Journal of Construction Engineering and Management, v. 116, n. 4, p. 705-726, dec 1990.

BIBLIOGRAFIA IDENTIFICADA

ABOURIZK, Simaan M.; **HALPIN**, Daniel W. *Probabilistic Simulation Studies for Repetitive Construction Processes*. Journal of Construction Engineering Management, v. 116, n. 4, p. 575-594, dec 1990.

ADELI, Hojjat; **KARIM**, Assim. *Scheduling/Cost Optimization and Neural Dynamics Model for Construction*. Journal of Construction Engineering Management, v. 123, n. 4, p. 450-458, dec 1997.

BAIOTTO, Alexandre C. *Implantação de Melhorias de Qualidade: Um Estudo de Caso em uma Microempresa de Construção Civil*. Florianópolis, 1999. 190 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina.

BERNARDES, Maurício M. S. *Desenvolvimento de um modelo de Planejamento e Controle da Produção para Micro e Pequenas empresas de construção* - Tese de Doutorado – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

CARR, Robert I.; **MEYER**, Walter L. *Planning Construction of Repetitive Building Units*. Journal of the Construction Division, v. 100, n. 3, p. 403-412, sep 1974.

COLE, L. J. R. *Construction Scheduling: Principles, Practices, and Six Case Studies*. Journal of Construction Engineering Management, v. 117, n. 4, p. 579-588, dec 1991.

KARSHENAS, Saeed; **HABER**, David. *Economic Optimization of Construction Project Scheduling*. Construction Management and Economics, v. 8, n. 8, p. 135-146, 1990.

MENDES Jr., Ricardo. *Um Modelo Integrado Para O Planejamento De Edifícios Com Linha De Balanço*. In: XVI Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 1996, Piracicaba. Anais CD-ROM. Piracicaba: Universidade Metodista de Piracicaba, 1996.

MOSELHI, Osama; **EL-RAYES**, Khaled. *Least Cost Scheduling for Repetitive Projects*. Canadian Journal of Civil Engineering, v. 20, n. 5, p. 834-843, oct 1993.

ANEXOS

ANEXO I – Contrato de Empreitada

ANEXO II - Medições dos tempos de concretagem

ANEXO III – Orçamento

ANEXO IV – Cronograma Físico real

ANEXO V – Planejamento Físico racionalizado

EXTRATO DO CONTRATO DE EMPREITADA

EXTRATO DO CONTRATO Nº 004/2000–

DATA DE ASSINATURA DO CONTRATO: 21 de Agosto de 2000.

CONTRATANTE:

DE MARINGÁ S/A, sociedade de economia mista, com sede à Avenida XV de Novembro nº 701, nesta cidade, inscrito no CGC/MF nº 78.846.854/0001-80, neste ato devidamente representado por seus Diretores: Presidente _____, brasileiro, casado, advogado, portador da CI/RG nº _____ e inscrito no CPF/MF nº _____ e Administrativo _____, brasileiro, casado, imobiliária, portador da CI/RG nº _____ e inscrito no CPF/MF nº _____, em pleno exercício de seu mandato e funções, residentes e domiciliados nesta cidade, e,

CONTRATADA:

_____, com sede à Rua _____, nesta cidade, inscrito no CGC/MF nº _____, Inscrição Estadual nº _____, neste ato devidamente representada pelo seu sócio gerente Sr. _____, residente e domiciliado nesta cidade, portador da Cédula de Identidade RG nº _____ e do CPF/MF sob nº _____.

OBJETO: O objeto do presente contrato é a Execução de Viaduto Centenário – ligação da Avenida Guaiapó à Avenida Centenário sobre linha férrea, com rampas de acesso, cortinas de concreto atirantadas, execução do viaduto em vigas pré-moldadas protendidas, com 50 m de comprimento e 22,20 m de largura; readequação das ruas marginais (Rua da Shell e Rua Dom Pedro I), Avenida Guaiapó e Avenida Centenário, em pavimentação asfáltica de 13.757.00 m² em CBUQ, com serviços de Terraplenagem, drenagem e Sinalização Horizontal e Vertical e colocação de placas de comunicação visual, Município de Maringá, que examinou detalhadamente o projeto, as especificações e toda a Documentação da Licitação respectiva, e que se declara em condições de executar os serviços em estreita observância com o indicado no Projeto, nas Especificações e na Documentação levada a efeito pela Licitação através do Edital de TOMADA DE PREÇOS nº 004/2000 – URBAMAR, devidamente homologada.

VALOR: R\$ 1.494.959,25 (um milhão, quatrocentos e noventa e quatro mil, novecentos e cinquenta e nove reais e vinte e cinco centavos), cujo pagamento correrá à conta dos recursos do Fundo Estadual de Desenvolvimento Urbano - FDU.

PRAZO DE EXECUÇÃO: 120 (cento e vinte) dias contados a partir da data da assinatura do contrato.

PRAZO DE VIGÊNCIA: 300 (trezentos) dias a partir da data da assinatura do contrato.

Maringá-Pr, 21 de Agosto de 2000.

CONTRATO DE EMPREITADA DE OBRA

REF: EDITAL DE TOMADA DE PREÇOS Nº 004/2000 –

CONTRATO Nº 004/2000-

Contrato de Empreitada que entre si celebram a Urbanização de Maringá S/A e a empresa nos termos da Lei nº 8.666/93, suas alterações posteriores e na forma abaixo:

CONTRATANTE : **DE MARINGÁ S/A**, sociedade de economia mista, com sede à Avenida XV de Novembro nº 701, nesta cidade, inscrito no CGC/MF nº , neste ato devidamente representado por seus Diretores: Presidente brasileiro, casado, advogado, portador da CI/RG nº e inscrito no CPF/MF nº e Administrativo brasileiro, casado, imobiliária, portador da CI/RG nº e inscrito no CPF/MF nº , em pleno exercício de seu mandato e funções, residentes e domiciliados nesta cidade, e,

CONTRATADA : com sede à Rua , nesta cidade, inscrito no CGC/MF nº Inscrição Estadual nº neste ato devidamente representada pelo seu sócio gerente Sr. residente e domiciliado nesta cidade, portador da Cédula de Identidade RG nº e do CPF/MF sob nº

CLÁUSULA PRIMEIRA

DO OBJETO DO CONTRATO E FUNDAMENTO LEGAL

O objeto do presente contrato é a Execução de Viaduto Centenário – ligação da Avenida Guaiapó à Avenida Centenário sobre linha férrea, com rampas de acesso, cortinas de concreto atirantadas, execução do viaduto em vigas pré-moldadas protendidas, com 50 m de comprimento e 22,20 m de largura; readequação das ruas marginais (Rua da Shell e Rua D. Pedro I), Avenida Guaiapó e Avenida Centenário, em pavimentação asfáltica de 13.757.00 m2 em CBUQ, com serviços de Terraplenagem, drenagem e Sinalização Horizontal e Vertical e colocação de placas de comunicação visual, Município de Maringá, que examinou detalhadamente o projeto, as especificações e toda a Documentação da Licitação respectiva, e que se declara em condições de executar os serviços em estreita observância com o indicado no Projeto, nas Especificações e na Documentação levada a efeito pela Licitação através do Edital de TOMADA DE PREÇOS nº 004/2000 – URBAMAR, devidamente homologada.

CLÁUSULA SEGUNDA

DA DOCUMENTAÇÃO CONTRATUAL

Ficam integradas a este Contrato, independente de transcrição, os seguintes documentos cujos teores são de conhecimento da CONTRATADA: atos convocatórios, edital de licitação, projetos, especificações e memoriais, proposta da proponente vencedora, cronograma físico-financeiro, parecer de julgamento e legislação pertinente à espécie.

Parágrafo Único

Será incorporada a este Contrato, mediante TERMOS ADITIVOS, qualquer modificação que venha a ser necessária durante a sua vigência, decorrente das obrigações, assumidas pela CONTRATADA, alterações nos projetos, especificações, prazos ou normas gerais de serviços da CONTRATANTE.

ANEXO I - CONTRATO

CLÁUSULA TERCEIRA DO VALOR

O valor global para a execução do objeto deste contrato é de R\$ 1.494.959,25 (um milhão, quatrocentos e noventa e quatro mil, novecentos e cinquenta e nove reais e vinte e cinco centavos), daqui por diante denominado "VALOR CONTRATUAL".

Parágrafo Único

O pagamento da importância contida nesta cláusula correrá à conta dos recursos do Fundo Estadual de Desenvolvimento Urbano – FDU.

CLÁUSULA QUARTA DOS SERVIÇOS NÃO PREVISTOS

A CONTRATANTE reserva-se o direito de acrescentar ou reduzir, se julgar necessário, outros serviços até o limite de 25% no mesmo evento, não constantes nos projetos e especificações.

CLÁUSULA QUINTA DA FORMA DE PAGAMENTO

O pagamento será efetuado em moeda brasileira corrente em até 15 (quinze) dias úteis após a apresentação da fauna dos serviços executados e documentos pertinentes devidamente protocoladas, desde que cumpridas as cláusulas contratuais e atendidas às condições para liberação das parcelas, a conta dos recursos do Fundo de Desenvolvimento Urbano - FDU.

a) O faturamento deverá ser apresentado e protocolado, em 2 (duas) vias, na sede da contratante.

b) A fiscalização procederá às medições mensais baseadas nos serviços realizados, cujo percentual deverá ser, no mínimo, igual ao constante do cronograma físico-financeiro, para que se permita a elaboração do processo de faturamento. Caso contrário, será registrada a situação, inclusive, para fins de aplicação das penalidades previstas, se for o caso.

c) O faturamento deverá ser apresentado, por lote, conforme segue, de modo a padronizar condições e forma de apresentação :

c.1) nota fiscal, com discriminação resumida dos serviços executados de acordo com o cronograma físico-financeiro, período de execução da etapa, número da licitação e termo de contrato de empreitada, lote, observação referente a retenção do INSS e outros que julgar conveniente, não apresente rasura e/ou entrelinhas e esteja certificada pelo engenheiro fiscal:

c.2) fatura com discriminação resumida dos serviços executados de acordo com o cronograma físico-financeiro pactuado, período de execução da etapa, número da licitação, número do termo de contrato de empreitada, lote e outros;

d) Cópia da guia de recolhimento do Fundo de Garantia por Tempo de Serviço – FGTS, do último recolhimento devido, devidamente quitada e autenticada em cartório, de conformidade com o demonstrativo de dados referentes ao FGTS/INSS, exclusivo para cada obra ou serviço;

e) A liberação da primeira parcela fica condicionada à quitação junto ao:

- (i) CREA/PR, através da ART;
- (ii) INSS, através de matrícula e/ou CND; e
- (iii) FGTS/CEF, através do CRS.

ANEXO I - CONTRATO

- f) A liberação da última parcela fica condicionada à quitação junto ao:
- (iv) da certidão negativa de débitos, expedida pelo INSS, referente ao objeto contratado concluído;
 - (v) do Termo de Recebimento Provisório;
 - (vi) de comprovante, nos casos previstos, de ligações definitivas de água e energia elétrica. As despesas referentes ao consumo de água e energia, durante a execução do objeto do lote, são de inteira responsabilidade da contratada.

CLÁUSULA SEXTA DA GARANTIA DE EXECUÇÃO

A garantia de execução, no valor correspondente a 5% (cinco por cento) do valor contratual, responderá pelo inadimplemento das obrigações contratuais e por todas as multas que forem impostas pela CONTRATANTE e pela perfeita execução do objeto deste contrato.

Parágrafo Primeiro

Quando do recebimento definitivo do objeto deste contrato, será liberada a garantia de execução, deduzindo-se os haveres da CONTRATANTE.

Parágrafo Segundo

Nos casos previstos na Cláusula de Rescisão do Contrato, a garantia de execução não será devolvida, sendo, então, apropriada pela CONTRATANTE a título de indenização/multa.

CLÁUSULA SÉTIMA DAS PENALIDADES

À CONTRATADA serão aplicadas penalidades pela CONTRATANTE a serem apuradas na forma a saber: (a) multa de 0,1% (*um décimo por cento*) do valor contratual, por dia consecutivo que exceder à data prevista para conclusão da(s) obra(s), (b) multa de 1% (*um por cento*) do valor contratual quando, por ação, omissão ou negligência, a contratada infringir qualquer das demais obrigações contratuais, (c) multa de 0,1% (*um décimo por cento*) do valor contratual, por dia consecutivo que exceder à data prevista para colocação, às suas custas, das placas conforme modelos fornecidos pela contratante, (d) suspensão do direito de participar em licitações/contratos da ora contratante e/ou da SEDU/PARANACIDADE, pelo prazo de até 02 (*dois*) anos quando, por culpa da CONTRATADA, ocorrer a suspensão ou a rescisão administrativa; (e) declaração de inidoneidade por prazo a ser estabelecido pela CONTRATANTE em conformidade com a gravidade da infração cometida pela CONTRATADA, observando-se o disposto nos artigos 78 e incisos da Lei Federal nº 8.666/93.

CLÁUSULA OITAVA DA APLICAÇÃO DAS MULTAS

Quando da aplicação de multas, a CONTRATANTE notificará a CONTRATADA que terá 10 (*dez*) dias para recolher à Tesouraria da CONTRATANTE a importância correspondente, sob pena de incorrer em outras sanções cabíveis.

Parágrafo Primeiro

Compete à Urbanização de Maringá S/A, quando for o caso, por proposta da fiscalização, a aplicação de multas, tendo em vista a gravidade da falta cometida pela CONTRATADA.

CLÁUSULA NONA DO INÍCIO DOS SERVIÇOS

Os serviços deverão ser iniciados, a partir do décimo dia da data assinatura do contrato.

**CLÁUSULA DÉCIMA PRIMEIRA
DAS OBRIGAÇÕES DA CONTRATADA**

A CONTRATADA se obriga a: (a) assegurar a execução do objeto deste contrato, proteção e conservação dos serviços executados; (b) executar, imediatamente, os reparos que se fizerem necessários nos serviços de sua responsabilidade independente das penalidades cabíveis; (c) permitir e facilitar a fiscalização e/ou a inspeção do local deste contrato, a qualquer hora, devendo prestar todos os informes e esclarecimentos solicitados por escrito, pertença seus agentes à CONTRATANTE ou a terceiros por ele designados; (d) notificar a fiscalização, no mínimo, com 48 (*quarenta e oito*) horas de antecedência, da concretagem dos elementos armados da estrutura, da remoção de qualquer forma de concreto e do início dos testes de operação das instalações elétricas e hidráulicas, quando for o caso; (e) manter, em todos os locais de serviços, um seguro sistema de sinalização e segurança, principalmente nos de trabalho em vias públicas, de acordo com as normas de segurança do trabalho; (f) manter, no local do objeto deste contrato, um projeto completo reservado ao manuseio da fiscalização da CONTRATANTE; (g) colocar, também às suas expensas, placas de identificação do objeto deste contrato, conforme modelos fornecidos pela contratante, as quais deverão ser fixadas dentro do prazo máximo de 10 (*dez*) dias, contados da data da assinatura do contrato, sob pena de incorrer em multa de 0,1% (*um décimo de por cento*) do valor contratual, por dia de atraso na colocação, permanecendo no local do objeto deste contrato por prazo indeterminado; (h) participar à fiscalização a ocorrência de qualquer fato ou condição que possa atrasar ou impedir a conclusão do objeto deste contrato em partes ou no todo; (i) manter, no local do objeto deste contrato, devidamente atualizada, Livro Diário de Ocorrência; (j) providenciar a matrícula do objeto deste contrato junto ao INSS.

Parágrafo Primeiro

Correrão à conta CONTRATADA todas as despesas e encargos de natureza trabalhistas, previdenciária, social ou tributária, incidentes sobre os serviços objeto deste Contrato.

Parágrafo Segundo

A execução de serviços aos domingos e feriados somente será permitida com a autorização prévia da fiscalização da Contratante.

**CLÁUSULA DÉCIMA SEGUNDA
DOS MATERIAIS E EQUIPAMENTOS**

Os materiais e equipamentos a serem empregados nos serviços decorrentes deste Contrato serão fornecidos pela CONTRATADA e serão de primeira qualidade, cabendo à CONTRATANTE, por intermédio da fiscalização, impedir o emprego daqueles que julgar impróprios.

Parágrafo Único

A responsabilidade pelo fornecimento em tempo hábil dos materiais e equipamentos será, exclusivamente, da CONTRATADA.

**CLÁUSULA DÉCIMA TERCEIRA
DA FISCALIZAÇÃO**

A fiscalização da execução dos serviços, objeto deste Contrato, será feita pela CONTRATANTE, através de profissionais qualificados e devidamente credenciados.

**CLÁUSULA DÉCIMA QUARTA
DA CESSÃO DO CONTRATO E SUBCONTRATAÇÃO**

A CONTRATADA não poderá ceder o presente Contrato a nenhuma pessoa física ou jurídica sob pena de suspensão do pagamento até a contratada reassumir os serviços subcontratados.

**CLÁUSULA DÉCIMA QUINTA
DA SEGURANÇA DA OBRA**

A CONTRATADA responderá pela solidez do objeto deste contrato, nos termos do art. 1.245 do Código Civil Brasileiro, bem como pelo bom andamento dos serviços,

ANEXO I - CONTRATO

podendo a CONTRATANTE, por intermédio da fiscalização, impugna-los quando contrariarem a boa técnica ou desobedecerem aos projetos e/ou especificações.

CLÁUSULA DÉCIMA SEXTA DA RESPONSABILIDADE CIVIL DA CONTRATADA

A CONTRATADA assumirá integral responsabilidade por danos causados à CONTRATANTE ou a terceiros decorrentes da execução dos serviços ora contratados, inclusive por acidentes, mortes, perdas ou destruições parciais ou totais, isentando a CONTRATANTE de todas as reclamações que possam surgir com relação ao presente Contrato.

Parágrafo Único

Também obriga-se a CONTRATADA a reparar, corrigir, reconstruir ou substituir às suas expensas, no total ou em parte, o objeto do Contrato em que se verificarem vícios ou incorreções resultantes da execução ou de emprego de materiais inadequados.

CLÁUSULA DÉCIMA SÉTIMA DO RECEBIMENTO DOS SERVIÇOS

O objeto deste contrato será recebido por comissão especialmente designada pela CONTRATANTE, ficando a CONTRATADA responsável pelo bom funcionamento dos serviços executados, até o seu definido recebimento, exceto por danos que sejam de responsabilidade da CONTRATANTE.

Parágrafo Único

O recebimento definitivo do objeto deste contrato deverá estar formalizado após o prazo de 60 (sessenta) dias do recebimento provisório, mediante comissão especificamente designada.

CLÁUSULA DÉCIMA OITAVA DA VIGÊNCIA

O prazo de vigência do presente contrato é de 300 (trezentos) dias a partir da data de sua assinatura.

CLÁUSULA DÉCIMA NONA DA RESCISÃO

A contratante se reserva o direito de rescindir o contrato, independentemente de interpelação judicial ou extrajudicial, nos casos a seguir quando: a) a contratada falir ou for dissolvida, b) houver inadimplência de cláusulas ou condições contratuais por parte da contratada e desobediência da determinação da fiscalização, c) a contratada transferir no todo ou em parte o contrato, d) houver atraso dos serviços, sem justificativa aceita pela contratante, pelo prazo de 30 (trinta) dias, e) demais hipóteses mencionadas nos Arts. 78, 79 e 80 da Lei nº 8.666/93.

Parágrafo Único

A rescisão do contrato, quando motivada por qualquer dos itens anteriormente relacionados, implicará a apuração de perdas e danos e a aplicação das demais providências legais cabíveis.

Parágrafo Segundo

Declarada a rescisão do Contrato, que vigora a partir da data da sua declaração, a CONTRATADA se obriga, expressamente, como ora o faz, a entregar o objeto deste contrato inteiramente desembaraçado, não criando dificuldades de qualquer natureza.

CLÁUSULA VIGÉSIMA DOS CASOS OMISSOS

Os casos omissos serão dirimidos de comum acordo entre as partes, com base na Lei nº 8.666/93 e princípios gerais de direito.

ANEXO I - CONTRATO

CLÁUSULA VIGÉSIMA PRIMEIRA DAS ALTERAÇÕES

As inclusões ou alterações de qualquer elemento não constante do presente, serão efetuadas por "ANEXO ou TERMO ADITIVO", que integrarão o Contrato para todos os fins e efeitos de direito.

CLÁUSULA VIGÉSIMA SEGUNDA DO CONHECIMENTO DAS PARTES

Ao firmar este instrumento, declara a CONTRATADA ter plena ciência de seu conteúdo, bem como dos demais documentos vinculados ao presente Contrato.

CLÁUSULA VIGÉSIMA TERCEIRA DO FORO

As partes contratantes ficam obrigadas a responder pelo cumprimento deste termo, perante o Foro da Comarca de Maringá, Estado do Paraná, não obstante qualquer mudança de domicílio da CONTRATADA que, em razão disso, é obrigada a manter um representante com plenos poderes para receber notificação, citação inicial e outras medidas em direito permitidas.

Justas e contratadas, firmam as partes este instrumento, em 03 (três) vias de igual teor, com as testemunhas presentes ao ato, a fim de que produza seus efeitos legais.

Maringá-Pr, 21 de Agosto de 2000.

ANEXO II – MEDIÇÕES CONCRETAGENS DOS SERVIÇOS

A seguir tem-se o quadro de medição do tempo de concretagem das placas de contenção.

TABELA A1 – Medições – concretagem placas de contenção

Data	Tempo(seg)	Tempo(horas)	nº trabalhadores	h.H/placa
18/out	52	0,014	4	0,056
25/out	54	0,015	4	0,06
01/nov	63	0,0175	4	0,07
01/nov	58	0,016	4	0,064
			Média =	0,0625

OBS: Cada valor de tempo da tabela corresponde a uma média de 13 valores mensurados, resultando em um total de 52 mensurações.

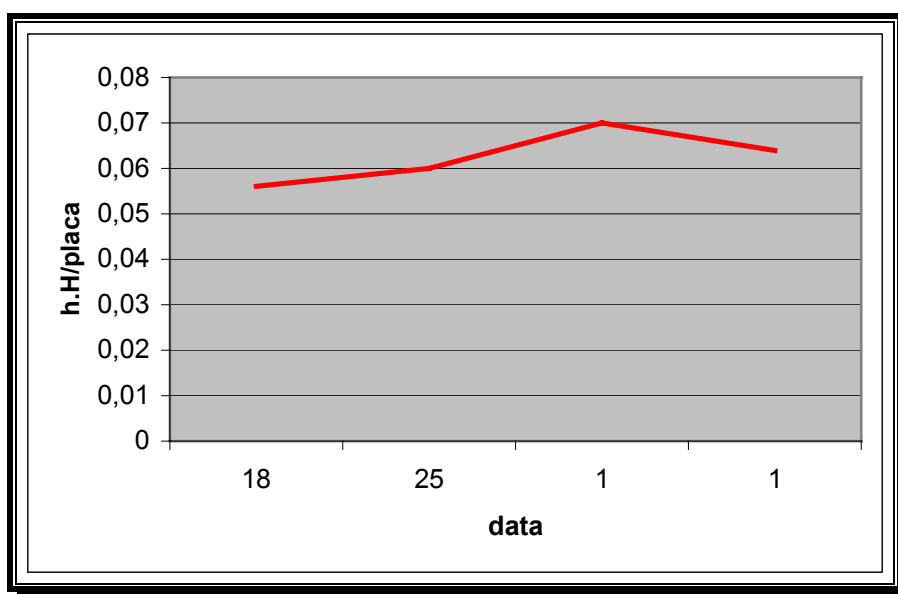


GRÁFICO A1 – Produtividade Placas de Contenção

Comentários do Gráfico:

O valor de 0,07 h.H (horas.Homem) do dia 01/11 afasta-se mais da média porque o concreto que foi pedido (tipo bombeável) veio muito seco (slump menor) e não foi conferido no recebimento.

ANEXO II – MEDIÇÕES CONCRETAGENS DOS SERVIÇOS

A seguir tem-se um quadro com várias medições de tempos de concretagem.

TABELA A2 – Medições – concretagem longarina

Data	Tempo(min)	Tempo(horas)	nº trabalhadores	h.H/longarina
11/out	27	0,45	6	2,7
11/out	46	0,77	6	4,6
13/out	35	0,58	6	3,5
13/out	43	0,72	6	4,3
14/out	33	0,55	6	3,3
16/out	28	0,47	6	2,8
16/out	26	0,43	6	2,6
17/out	26	0,43	6	2,6
17/out	23	0,38	6	2,3
18/out	24	0,40	6	2,4
19/out	23	0,38	6	2,3
26/out	23	0,38	6	2,3
27/out	22	0,37	6	2,2
27/out	19	0,32	6	1,9
01/nov	18	0,30	6	1,8
01/nov	15	0,25	6	1,5
			Média =	2,69

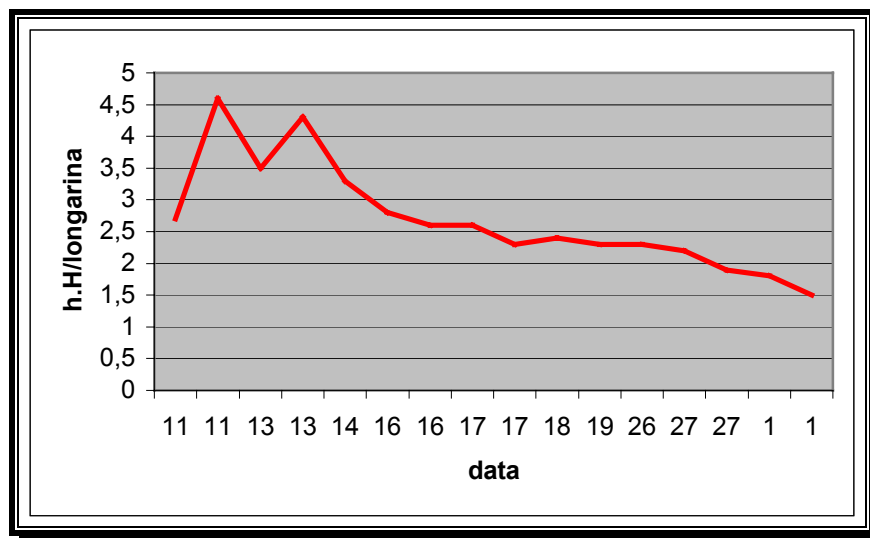


GRÁFICO A2 –Produtividade Longarinas

Comentários do Gráfico:

O valor de 4.6 h.H e 4.3 h.H dos dias 11/10 e 13/10, respectivamente, afasta-se muito da média por falta de prática entre os trabalhadores, no início da obra.

ANEXO II – MEDIÇÕES CONCRETAGENS DOS SERVIÇOS

A seguir tem-se o quadro de medição do tempo de concretagem dos guarda-rodas.

TABELA A3 – Medições para guarda-roda de 2.5m e 3.0m

Medições	Tempo(min)	Tempo(horas)	nº trabalhadores	h.H/peça
Guarda-Roda de 3,0m				
1	5,33	0,09	4	0,355333
2	5,42	0,09	4	0,361333
3	4,8	0,08	4	0,32
4	4,88	0,08	4	0,325333
5	5	0,08	4	0,333333
6	9,33	0,16	4	0,622
			Média =	0,39
Guarda-Roda de 2,5m				
1	4,5	0,08	4	0,3
2	3,33	0,06	4	0,222
3	4	0,07	4	0,266667
4	3,65	0,06	4	0,243333
5	4	0,07	4	0,266667
6	3,5	0,06	4	0,233333
			Média =	0,26

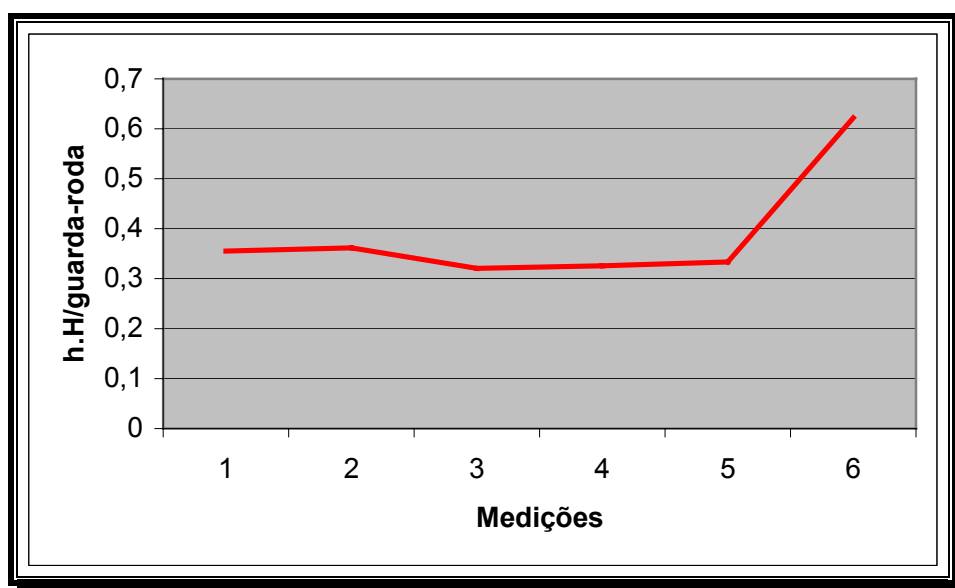


GRÁFICO A3 - Guarda-roda de 3,0m

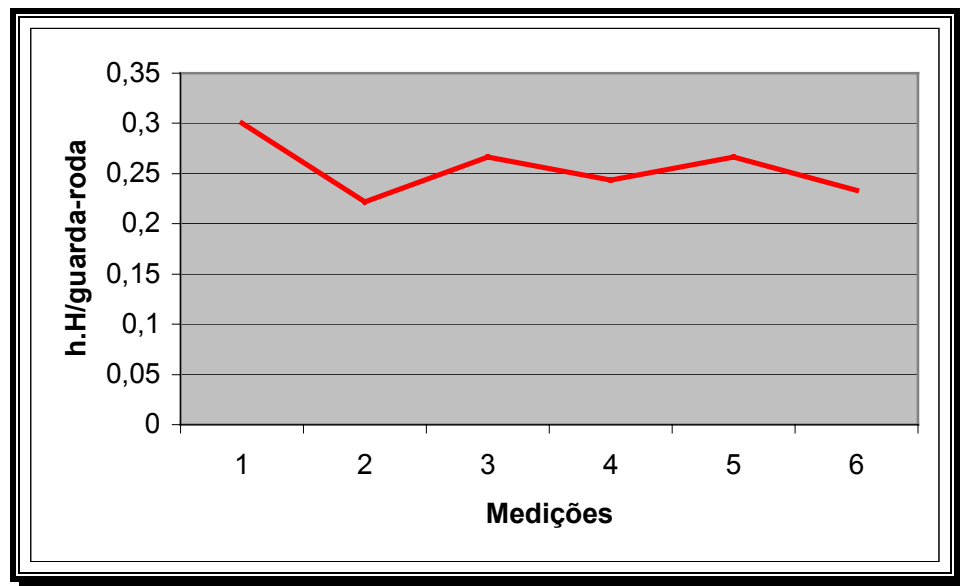


GRÁFICO A4 - Guarda-roda de 2,5m

Comentários dos Gráficos:

O valor de 0.622 h.H (sexta medição do guarda-roda de 3,0m), afasta-se muito da média porque o concreto estava muito seco e não descia pelo cachimbo do caminhão, mais uma vez o slump do concreto não foi conferido no recebimento.

ANEXO II – MEDIÇÕES CONCRETAGENS DOS SERVIÇOS

Na TABELA A4 têm-se algumas medições da concretagem de pré-lajes.

TABELA A4 – Medições – concretagem pré-laje

Medições	Tempo(seg)	Tempo(horas)	nº trabalhadores	h.H/pré-laje
1	41	0,011	4	0,046
2	49	0,014	4	0,054
3	38	0,011	4	0,042
4	40	0,011	4	0,044
5	59	0,016	4	0,066
6	52	0,014	4	0,058
7	41	0,011	4	0,046
8	49	0,014	4	0,054
9	37	0,010	4	0,041
10	52	0,014	4	0,058
11	45	0,013	4	0,050
12	58	0,016	4	0,064
Média =				0,05

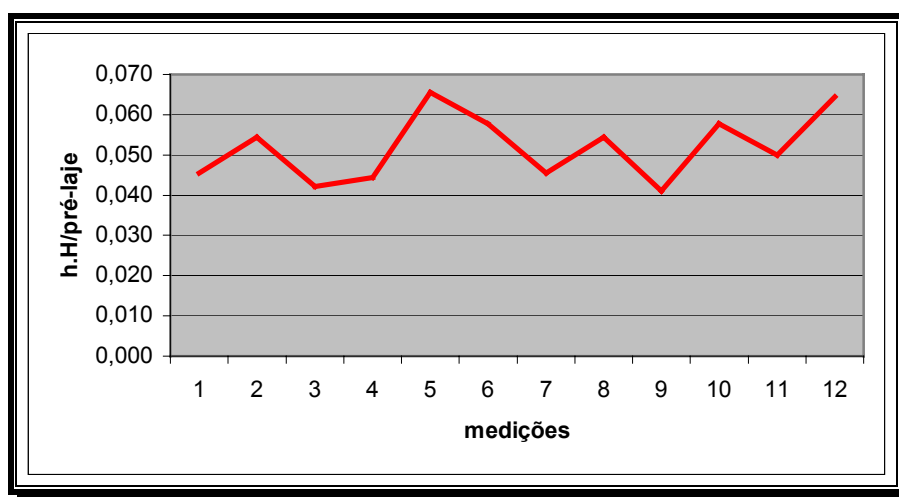


GRÁFICO A5 – Produtividade Pré-Laje

Comentários do Gráfico:

Não houve variação significativa das medições em relação à média.

ANEXO III – ORÇAMENTO

Editais:	004/2000 TOMADA DE PREÇOS - LOTE 01 REGIME DE EMPREITADA POR PREÇO GLOBAL					Data:	26/7/2000
Objeto:	VIADUTO CENTENÁRIO					Prazo:	120 DIAS
Local:	SOBREPOSIÇÃO DA LINHA FÉRREA, AO LONGO DA RUA WALTER KRAISER E AV. GUIAIAPÓ, NO TRECHO ENTRE AV. CENTENÁRIO E AV. MITSUZO TAGUCHI.					MARINGÁ-PR	
Proponente:							
ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UN	QUANT.	P.UNIT.	SUB TOT.	TOTAL	
1.0	MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO					R\$	7.136,55
1.1	Mobilização e desmobilização	vb	1,00	7136,55	7136,55		
2.0	TERRAPLENAGEM					R\$	236.437,00
2.1	Escavação, carga e transporte de material de jazida	m³	34.190,00	5,90	201721,00		
2.2	Aterro compactado 100% P.N.	m³	26.300,00	1,32	34716,00		
3.0	PAVIMENTAÇÃO					R\$	242.761,07
3.1	Brita graduada 100% PM	m³	1.989,60	46,32	92158,27		
3.2	Capa de CBUQ Espessura 3,5 cm	m²	6.230,00	7,00	43610,00		
3.3	Capa de CBUQ Espessura 5,0 cm	m²	7.034,00	10,00	70340,00		
3.4	Demolição e transporte	m³	280,00	3,00	840,00		
3.5	Imprimação CM-30	m²	13.264,00	1,00	13264,00		
3.6	Pintura de ligação com emulsão RR-1C (AP)	m²	13.264,00	0,60	7958,40		
3.7	Regularização compactação subleito 100% PN (A)	m²	14.590,40	1,00	14590,40		
4.0	INFRAESTRUTURA:					R\$	57.795,41
4.1	TUBULÃO A CEU ABERTO COM BASE ALARGADA						
4.1.1	Escavação	m³	106,75	56,87	6070,87		
4.1.2	Fornecimento e montagem de armadura em aço CA-50A	kg	10.312,50	2,39	24646,88		
4.1.3	Fornecimento e lançamento de concreto fck 25 Mpa.	m³	139,17	194,57	27077,66		
5	MESO ESTRUTURA					R\$	72.446,59
5.1	PILARES EM CONCRETO						
5.1.1	formas para pilares	m²	122,53	11,97	1466,62		
5.1.2	Fornecimento e montagem de armadura em aço CA-50A	kg	3.139,50	2,39	7503,41		
5.1.3	Fornecimento e lançamento de concreto fck 25 Mpa.	m³	36,73	194,57	7145,58		
5.2	ENCONTROS DE VIADUTO						
5.2.1	formas	m²	86,67	11,97	1037,40		
5.2.2	Fornecimento e montagem de armadura em aço CA-50A	kg	3.110,00	2,39	7432,90		
5.2.3	Fornecimento e lançamento de concreto fck 25 Mpa.	m³	34,18	194,57	6651,05		
5.3	TRAVERSAS						
5.3.1	formas	m²	108,27	11,97	1295,95		
5.3.2	Fornecimento e montagem de armadura em aço CA-50A	kg	11.680,00	2,39	27915,20		
5.3.3	Fornecimento e lançamento de concreto fck 25 Mpa.	m³	61,67	194,57	11998,48		
6	SUPRA ESTRUTURA					R\$	330.044,31
6.1	VIGAS COM ARMADURA PASSIVA						
6.1.1	formas	m²	687,50	11,97	8229,38		
6.1.2	Fornecimento e montagem de armadura em aço CA-50A	kg	22.000,00	2,39	52580,00		
6.1.3	Fornecimento e lançamento de concreto fck 25 Mpa.	m³	64,17	194,57	12484,91		
6.2	VIGAS PROTENDIDAS						
6.2.1	formas	m²	458,33	11,97	5486,25		
6.2.2	Fornecimento e montagem de armadura em aço CA-50A	kg	10.750,00	2,39	25692,50		
6.2.3	Fornecimento e lançamento de concreto fck 25 Mpa.	m³	42,78	194,57	8322,73		
6.2.4	Materiais e serviços de proteção	vb	1,00	56128,50	56128,50		
6.3	APARELHOS DE APOIO						
6.3.1	neoprene	un	66,00	187,09	12347,94		
6.4	TRANSVERSINAS						
6.4.1	formas	m²	215,83	11,97	2583,53		
6.4.2	Fornecimento e montagem de armadura em aço CA-50A	kg	2.741,67	2,39	6552,58		
6.4.3	Fornecimento e lançamento de concreto fck 25 Mpa.	m³	23,33	194,57	4539,97		
6.5	PRÉ-LAJES						
6.5.1	formas	m²	916,67	11,97	10972,50		
6.5.2	Fornecimento e montagem de armadura em aço CA-50A	kg	4.220,83	2,39	10087,79		
6.5.3	Fornecimento e lançamento de concreto fck 25 Mpa.	m³	44,23	194,57	8606,48		
6.5.4	Montagem	m²	259,00	3,03	784,77		

ANEXO III – ORÇAMENTO

6.6	CANTEIRO CENTRAL					
6.6.1	formas	m²	129,17	11,97	1546,13	
6.6.2	Fornecimento e montagem de armadura em aço CA-50A	kg	250,00	2,39	597,50	
6.6.3	Fornecimento e lançamento de concreto fck 25 Mpa.	m³	6,25	194,57	1216,06	
6.7	LAJE					
6.7.1	Fornecimento e montagem de armadura em aço CA-50A	kg	22.000,00	2,39	52580,00	
6.7.2	Fornecimento e lançamento de concreto fck 25 Mpa.	m³	229,17	194,57	44588,96	
6.7.3	Acabamentos	m³	916,67	4,49	4115,83	
7.0	SERVIÇOS COMPLEMENTARES					R\$ 182.950,12
7.1	BARREIRAS TIPO NEW JERSEY					
7.1.1	formas	m²	668,45	11,97	8001,35	
7.1.2	Fornecimento e montagem de armadura em aço CA-50A	kg	3.845,83	2,39	9191,54	
7.1.3	Fornecimento e lançamento de concreto fck 25 Mpa.	m³	98,08	194,57	19084,07	
7.2	SUPORTE DE PAINEL					
7.2.1	formas	m²	334,58	11,97	4004,96	
7.2.2	Fornecimento e montagem de armadura em aço CA-50A	kg	907,50	2,39	2168,93	
7.2.3	Fornecimento e lançamento de concreto fck 25 Mpa.	m³	37,69	194,57	7333,67	
7.3	PAINEL LATERAL					
7.3.1	formas	m²	768,33	11,97	9196,95	
7.3.2	Fornecimento e montagem de armadura em aço CA-50A	kg	1.400,00	2,39	3346,00	
7.3.3	Fornecimento e lançamento de concreto fck 25 Mpa.	m³	35,00	194,57	6809,95	
7.4	LAJE DE TRANSIÇÃO					
7.4.1	Fornecimento e montagem de armadura em aço CA-50A	kg	5.333,33	2,39	12746,67	
7.4.2	Fornecimento e lançamento de concreto fck 25 Mpa.	m³	22,00	194,57	4280,54	
7.5	COMPLEMENTOS					
7.5.1	Calçada de concreto Fck 15 Mpa e=5,0 cm	m²	1.350,00	9,00	12150,00	
7.5.2	Enleivamento	m²	4.500,00	2,50	11250,00	
7.5.3	Execução de grade metálica de proteção.	m²	251,00	37,41	9389,91	
7.5.4	Meio fio / Sarjeta	ml	3.000,00	15,00	45000,00	
7.5.5	Pintura com Super Conservado P.	m²	3.000,00	1,24	3720,00	
7.5.6	Remanejamento de poste de transmissão	un	15,00	250,00	3750,00	
7.5.7	Fornecimento e instalação de postes de iluminação pública h=6,50 m.	un	6,00	432,40	2594,40	
7.5.8	Luminárias Philips SRC 612-1250-24	un	6,00	319,84	1919,04	
7.5.9	Projeto HLF 432 externo 250w vapor de sódio	un	8,00	147,04	1176,32	
7.5.10	Lâmpada vapor de sódio 250 w / 220 v	un	14,00	73,25	1025,50	
7.5.11	Reator 250 w v.s. com ignitor	un	14,00	58,91	824,74	
7.5.12	Fio 2,50 mm²	un	450,00	0,78	351,00	
7.5.13	Fio 4,00 mm²	m	350,00	0,97	339,50	
7.5.14	Fio 10,00 mm²	ml	200,00	1,63	326,00	
7.5.15	Mangueira marrom 3/4" e=2,5 mm	ml	250,00	1,37	342,50	
7.5.16	Tubo F.G. 40 mm x 6,00 m	un	5,00	68,85	344,25	
7.5.17	Luva F. G. 40 mm	un	10,00	3,96	39,60	
7.5.18	Curva F. G. 40 mm x 90°	un	2,00	7,02	14,04	
7.5.19	Fita Isolante 20,00m	un	6,00	2,02	12,12	
7.5.20	Caixa Padão Copel CN	un	1,00	79,11	79,11	
7.5.21	Contacto 3 tb - 46	un	1,00	222,62	222,62	
7.5.22	Relê Célula Fotoelétrica	un	1,00	24,16	24,16	
7.5.23	Caixa de passagem 30x30x30 em alvenaria	un	1,00	10,53	10,53	
7.5.24	Haste de Terra d = 13 x 2400 mm	un	3,00	20,79	62,37	
7.5.25	Disjuntor 3x40 A	un	1,00	40,09	40,09	
7.5.26	Conjunto DZ 4 A completo	un	1,00	18,63	18,63	
7.5.27	Remoção de cerca de alambrado h = 2,00m	ml	562,00	3,13	1759,06	
8.0	MURO DE ARRIMO					R\$ 327.999,40
8.1	Fornecimento de formas, materiais e consultoria	m²	1.280,00	159,61	204300,80	
8.2	Fornecimento e lançamento de concreto fck 20 Mpa , armadura e montagem	m²	1.280,00	96,17	123097,60	
8.3	Regularização e compactação de subleito 100% PN (A)	m²	601,00	1,00	601,00	

[illegible]